Programa de monitoreo del

Cocodrilo de Pantano

(Crocodylus moreletii)

MÉXICO • BELICE • GUATEMALA

CONABIO

SEMARNAT

Programa de monitoreo del

Cocodrilo de Pantano

(Crocodylus moreletii)

MÉXICO • BELICE • GUATEMALA

Óscar Sánchez Herrera

Gabriela López Segurajáuregui

Alejandra García Naranjo Ortiz de la Huerta

Hesiquio Benítez Díaz

México 2011

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Compilación y Edición General:
Óscar Sánchez Herrera, Gabriela López Segurajáuregui, Alejandra García Naranjo Ortiz de la Huerta y Hesiquio Benítez Díaz

Corrección de estilo:
Clementina Equihua Zamora

Diseño, diagramación y reprografía de mapas y diagramas:
D.G. Hilda Rosado Manrique / rosadohilda@prodigy.net.mx

Cartografía:
Subdirección de Sistemas de Información Geográfica, CONABIO

Fotografía de portada:
Carlos J. Navarro Serment / BI CONABIO

Primera edición, 2011

D.R. © 2011, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,
Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal,
Tlalpan, 14010, México, D. F.
http://www.conabio.gob.mx

D.R. © 2011, Dirección General de Vida Silvestre – SEMARNAT,
Av. Revolución 1425, Tlacopac,
Álvaro Obregón, 01040, México, D. F.
http://www.semarnat.gob.mx

ISBN: 978-607-7607-53-3

Forma de citar:
Sánchez Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2011. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)* México-Belice-Guatemala. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 270 pp.

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Presentación

Durante la década de los setentas, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) estaba en peligro de extinción debido a la cacería excesiva para obtener su piel, que es de las más cotizadas en el comercio internacional. Ante esa alarmante situación, México estableció una veda para el aprovechamiento de todos los cocodrilos mexicanos. Esta medida, junto con otras acciones como la reproducción en cautiverio y la creación de áreas naturales protegidas, han contribuido positivamente a la recuperación de las poblaciones de la especie.

Afortunadamente, las estimaciones más recientes nos indican que el cocodrilo de pantano ya no se encuentra amenazado y sus números poblacionales sugieren que se está recuperando. De manera muy conservadora, se ha calculado que hay más de 100,000 individuos en el medio silvestre de los que aproximadamente 20,000 son adultos en edad reproductiva. Esto permitió que en abril de 2010, durante la pasada 15ª Conferencia de las Partes (CoP15, Doha, Qatar) de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), México y Belice lograran transferir sus poblaciones silvestres del Apéndice I al Apéndice II con una cuota cero para ejemplares silvestres con fines comerciales.

El cocodrilo de pantano es una especie con alto valor ecológico y económico. Desde el punto de vista ecológico, es un depredador tope de los ecosistemas en que habita y, desde el punto de vista económico, es una fuente de ingreso para las comunidades locales, productores y comercializadores. Debido a su importancia, es necesario conocerla y protegerla, para beneficio del ecosistema y de la sociedad. La mejor

manera de hacerlo es fomentando su conservación y aprovechamiento sustentable para evitar que la sobreexplotación pueda amenazarla nuevamente. Para mantener la industria peletera nacional, México exporta actualmente un número limitado de pieles de cocodrilo de pantano, todas producidas en cautiverio, e importa una gran cantidad de pieles de otras especies provenientes de Sudamérica, África y Asia.

Es fundamental contar con información actualizada sobre las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano a lo largo del tiempo. Con esta información es posible conocer su estado de conservación y su potencial de uso para el futuro. El diseño de este Programa de Monitoreo ha requerido la participación de representantes de las autoridades, expertos y manejadores de la especie de los tres países en donde se distribuye: México, Guatemala y Belice. Los acuerdos alcanzados entre todos ellos confluyen en la publicación de este Manual de Procedimientos que durante los próximos años servirá como herramienta para capacitar a los equipos de campo y coordinadores, además de guiarlos durante los muestreos para obtener información estandarizada sobre la especie regularmente. Con ello se iniciará una nueva etapa de generación continua de información confiable que ayudará a la correcta toma de decisiones, y que nos indicará el momento en que, con toda certeza, podamos aprovechar ejemplares silvestres, abriendo más oportunidades de desarrollo para las comunidades a partir de los recursos naturales del país.

Con el fin de poner en marcha el Programa de Monitoreo, es indispensable la decidida participación, coordinación y compromiso de varios actores a nivel individual e institucional, de manera que los

recursos humanos, materiales y económicos estén asegurados para el monitoreo de la especie en el largo plazo.

Para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la coordinación de este proyecto ha sido una experiencia muy satisfactoria, ya que contamos con el entusiasmo y profesionalismo de los más de 40 expertos que contribuyeron a la elaboración de esta obra colectiva de alcance internacional. Este manual es un ejemplo más de lo que somos capaces de lograr con el trabajo conjunto de los diferentes sectores para mejorar las capacidades en materia de conservación y uso sostenible de nuestro capital natural, en beneficio de nuestra sociedad.

José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional
CONABIO

Prólogo

El manejo y la conservación de los recursos naturales son una obligación del estado moderno y una contribución concreta al bienestar de la sociedad. En el caso de los cocodrilos, la combinación de su función ecológica, su valor en el comercio nacional e internacional y su impacto directo en la vida de las personas, hacen que su manejo y conservación sea especialmente importante a escala nacional. Los desafíos que plantea el manejo de esta especie son profundos y requieren un equilibrio dinámico y adaptable entre mantener la seguridad humana, sostener el uso comercial y valor de estos animales, junto con el mantenimiento de sus poblaciones naturales dada su función ecológica. Por ello, el manejo activo de recursos como éste requiere de información, capacidad técnica y científica, apoyo financiero y voluntad política.

En México, el compromiso para ensamblar los componentes necesarios para el manejo y la conservación de cocodrilos tiene sus cimientos en una rica tradición de erudición y conocimiento, notablemente la de investigadores mexicanos pioneros como el Profesor Miguel Álvarez del Toro, el Dr. Gustavo Casas Andreu, el Profesor Gonzalo Pérez Higareda y otros. Este compromiso también ha sido estimulado por el movimiento internacional hacia el uso sustentable y el comercio bien regulado de los cocodrilos.

Esta iniciativa de conservación también coincidió con el florecimiento de una tremenda capacidad nacional, en la medida en que muchos jóvenes científicos mexicanos empezaron a estudiar activamente y a promover con energía, la conservación de su rica

herencia de recursos naturales. Esta *segunda generación* de investigadores, seguida ahora por una tercera y una cuarta, han aportado los datos necesarios para la conservación y, aún más importante, una robusta capacidad nacional para colectar, analizar y aplicar información.

En México, de manera simultánea, se inició la investigación y el manejo temprano de cocodrilos a nivel local, estatal y nacional, junto con el gobierno y por intereses privados, académicos y comerciales. Se logró un avance significativo cuando esos sectores combinaron sus funciones y coordinaron sus actividades y, al mismo tiempo, entraron en contacto con la comunidad internacional para asegurar que la conservación de cocodrilos se desarrollara con estándares globales. Durante 1997, actividades iniciales como la formación del Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), la Asociación Mexicana para la Conservación de los Cocodrilos, y la organización de la Cuarta Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (CSG-UICN, por sus siglas en inglés) en Tabasco, inspiraron a especialistas locales en cocodrilos, vigorizaron las actividades mexicanas y las integraron dentro del escenario global de conservación.

Los resultados actuales de este movimiento se reflejan en el estado de conservación del cocodrilo de pantano o cocodrilo de Morelet (*Crocodylus moreletii*) en México, hoy sustancialmente recuperado y robusto. Además, como apoyo a su estado de conservación, México impulsa un programa de alcance trinacional

(México, Guatemala y Belice) con el fin de monitorear a la especie como parte del Apéndice II de la CITES, que cuenta con un vibrante cuadro de expertos, investigadores y manejadores de recursos, comprometidos con este programa. El presente volumen sobre procedimientos para el monitoreo, refleja todos los componentes mencionados anteriormente. Esta publicación es el producto de una amplia participación, consulta y trabajo, efectuados por un gran número de investigadores, personal de gobierno y operadores comerciales, cuyos nombres aparecen en la lista de agradecimientos (enlistados como contribuyentes de este manual), que muestra su sofisticado conocimiento así como la sinceridad de su compromiso. El manual ha recibido apoyo de la consulta con expertos internacionales del CSG, ha sido extensamente revisado e integra la manera de pensar y los procedimientos más actuales para estimar la abundancia y distribución de los cocodrilos. La preparación de este manual ha sido el vehículo para diseñar, proveer fondos y dar capacidad a un programa de monitoreo trinacional, que es equiparable con cualquier otro a escala mundial. Al aplicar los procedimientos que contiene esta publicación, se proporcionará la información básica que permita apoyar el manejo sustentable y la conservación del cocodrilo de pantano, y al mismo tiempo, es una base que resulta esencial para manejar las otras dos especies de cocodrilos que viven en México y en la región vecina de Guatemala-Belice (*C. acutus y Caiman crocodilus*).

La riqueza de una nación puede expresarse en función del producto interno bruto (PIB), medidas económicas, montos monetarios, exportaciones y otros indicadores similares, pero esta

riqueza depende de la capacidad y disposición que tenga su gente para combinar e invertir conocimiento en el manejo de sus asuntos. En función de estos factores y de su compromiso para conservar los cocodrilos, considerando una amplia variedad de intereses, presiones y retos, México es ciertamente rico.

James Perran Ross
Departamento de Ecología
y Conservación de Vida Silvestre
Universidad de Florida,
Gainesville FL 32611 EUA

Traducción: Oscar Sánchez Herrera

Agradecimientos

Las bases para la elaboración de este Manual fueron las sustanciosas aportaciones que hicieron los participantes al Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Monitoreo del Cocodrilo de Pantano, celebrado en la Ciudad de México en enero 2010:

Gabriel Barrios Quiroz (IBUNAM), Hesiquio Benítez Díaz (CONABIO), Isabel Camarena Osorno (CONABIO), Francisco Castañeda Moya (Guatemala), José Rogelio Cedeño Vázquez (Instituto Tecnológico de Chetumal), Miguel Ángel Cobián Gaviño (DGVS-SEMARNAT), Jerónimo Domínguez-Laso (Museo Cocodrilo - Zoológico Regional "Miguel Álvarez del Toro - COMAFFAS"), Lilia Estrada (DGVS-SEMARNAT), Jesús García Grajales (Universidad del Mar), Alejandra García-Naranjo Ortiz de la Huerta (CONABIO), Fernando Gavito (CONANP), Yadira Gómez Hernández (CONANP), Franklin Rafael Herrera Almengor (CONAP-Guatemala), Marco Antonio Lazcano Barrero (Reserva Ecológica El Edén), Andre Lopez (Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente-Belice), Gabriela López Segurajáuregui (CONABIO), María de la Paz López Vázquez (Asociación de Productores de los Crocodylia en México), Julio Alfredo Madrid Montenegro (CONAP-Guatemala), Gonzalo Merediz Alonso (Amigos de Sian Ka´an A. C.), Paola Mosig Reidl (TRAFFIC Norteamérica), Manuel Muñiz (CAICROCHIS), Verónica Peña Crisanto (DGVS-SEMARNAT), José Juan Pérez Ramírez (CONANP), James Perran Ross (CSG-UICN), Paulino Ponce (Bosque Tropical Investigación para la Conservación de la Naturaleza, A. C.), Martín Rodríguez Blanco

(DGVS-SEMARNAT), Fernando Rodríguez Quevedo (UJAT), Rasheeda Sampson (Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente-Belice), Óscar Sánchez (Biólogo de Vida Silvestre, México), Luis Sigler (The Dallas World Aquarium), Bonefacio Tut (Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente-Belice), Alejandro Villegas Castillo (IBUNAM/UAM-X) y Marcelo Windsor (Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente-Belice).

Asimismo, el constante interés y participación del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha proporcionado importantes puntos de referencia y crítica constructiva. En particular agradecemos las opiniones y colaboración de Grahame Webb y James Perran Ross, vertidas en el proceso de planeación del Programa de Monitoreo y la elaboración de este documento.

Durante el Taller de 2010, las experiencias previas de numerosos biólogos de campo, quienes han trabajado con poblaciones silvestres de *Crocodylus moreletii* en México, Belice y Guatemala, fueron de gran utilidad para alcanzar acuerdos. A todos ellos agradecemos su esfuerzo y dedicación a la investigación, conservación y manejo del cocodrilo de pantano.

Merecen un especial agradecimiento los colegas coordinadores y autores de capítulos de este Manual, quienes siempre atendieron, de manera paciente y eficaz, las numerosas solicitudes de los editores:

Gabriel Barrios-Quiroz, Gustavo Casas-Andreu, José Rogelio Cedeño-Vázquez, Fabio Cupul-Magaña, Jerónimo Domínguez-Laso, Oscar

Hinojosa-Falcón, Sergio Padilla-Paz, Victor Hugo Reynoso, Oscar Sánchez, Luis Sigler y Alejandro Villegas.

Agradecemos el apoyo de Margarita Jiménez Cruz, Nadya Moreno Almeraya, Enrique Muñoz López del área de Sistemas de Información Geográfica de la CONABIO, para elaborar los mapas base para el Programa de Monitoreo.

Finalmente, deseamos dedicar este manual a la memoria de John Thorbjarnarson (1957-2010), biólogo visionario y apasionado, quien dedicó su vida no sólo a la conservación de cocodrilos alrededor del mundo, sino también a cultivar el raro don de la amistad desinteresada y franca.

John Thorbjarnarson (1957-2010)

Índice de Abreviaturas

AC23 = 23ª reunión del Comité de Fauna de la CITES

CITES = Siglas en inglés de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres

COMACROM = Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México

CONABIO = Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

CONANP = Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

CoP15 = 15ª reunión de la Conferencia de las Partes de la CITES

CSG = Siglas en inglés del grupo de especialistas de cocodrilos

DGVS = Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT

DVE = Detección visual nocturna

EMH = Evaluación y monitoreo del hábitat

ESA = Siglas en inglés de Acta de especies en riesgo de los Estados Unidos

GPS = Aparato portátil de posicionamiento global

MRE = Marcaje y recaptura de ejemplares

PVA = Análisis de Viabilidad de Población

R = Rutas de muestreo

RC = Regiones de Coordinación

S = Sitios de muestreo

SEMARNAT = Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

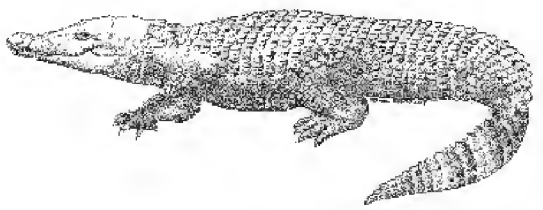
SO = Sólo ojos

TE = Tasa de encuentro

UICN = Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

UM = Unidades de Monitoreo

USN = Método de ubicación y seguimiento de nidos



Contenido

I. Introducción **17**
Una perspectiva sobre el monitoreo 23
Integrando el monitoreo de *Crocodylus moreletii* 27

II. Antecedentes **31**
Proyecto CoPan 33
Evaluación global y propuesta de Reclasificación en el ESA 34
Estrategia Trinacional Guatemala-México-Belice 36
Propuesta de Enmienda a los Apéndices de la CITES 37
Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala 38
Cooperación con el Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG) de la UICN 42

III. Manual de procedimientos **45**

1. Diseño geográfico del muestreo 47

2. Periodicidad de los muestreos 68

3. Método de evaluación y monitoreo del hábitat (EMH) **71**
3.1. Introducción 71
3.2. Descripción del Método y llenado del Formato de Evaluación y Monitoreo del Hábitat 74
3.3. Recomendaciones sobre seguridad 80
3.4. Glosario 80

4. Método de detección visual nocturna (DVN) **101**
4.1. Introducción 101
4.2. Descripción del método para Detección Visual Nocturna (DVN) 106
4.3. Llenado del Formato para Detección Visual Nocturna (DVN) 117
4.4. Recomendaciones sobre seguridad 122

5. Método de marcaje y recaptura de ejemplares (MRE) **125**
5.1. Introducción 125
5.2. Descripción del método para Marcaje y Recaptura de Ejemplares 128
Técnicas de captura 128
Sistema de marcaje 140
Técnicas de manejo de ejemplares 141
5.3. Llenado del Formato para Marcaje y Recaptura de Ejemplares (MRE) 148
Coordenadas de captura 149
Temperaturas y determinación del sexo del ejemplar 150
Marcaje de un ejemplar capturado 153
Peso del ejemplar 156
Datos morfométricos 160
5.4. Toma opcional de muestras de los ejemplares capturados 168
5.5. Recomendaciones sobre seguridad 172
5.6. Marcas, naturales o de otro tipo, que pudiera tener un ejemplar capturado 175

6. Método de ubicación y seguimiento de nidos (USN) **183**
6.1. Introducción 183

6.2. Descripción del método y llenado
del Formato para la Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN) 187

7. Guía gráfica para identificación morfológica de *Crocodylus moreletii* y posibles híbridos con *C. acutus* **203**
7.1. Introducción 203
7.2. Determinación de las especies 205
7.3. Identificación de individuos híbridos 212

IV. Referencias (por capítulo) 219

V. Anexos 233

I. INTRODUCCIÓN

Óscar Sánchez */ Biólogo de vida silvestre, México. teotenango@yahoo.com*

Como grupo zoológico en general, los cocodrilos y sus parientes cercanos representan el epítome de la supervivencia entre los grandes reptiles. Este grupo zoológico tiene una historia evolutiva compleja que involucra una considerable diversificación, tanto en el pasado geológico como en el presente (Brochu, 2001). Sin embargo, el diseño corporal general de los Crocodylia (al menos a partir de Eusuchia como el género *Isisfordia*) ha conseguido permanecer desde la etapa Albiana del Cretácico (hace al menos 100 millones de años) hasta el presente, gracias a un eficiente diseño anatómico y fisiológico que resulta óptimo en ambientes acuático-terrestres (Grigg y Gans, 1993). Con altas y bajas, estos tipos de hábitat han permanecido disponibles y viables para estos vertebrados, y les han provisto, a lo largo de su historia, los recursos básicos para satisfacer sus necesidades de grandes depredadores. Actualmente, los cocodrilos se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del planeta.

Hasta la fecha continúa la controversia en la nomenclatura de los cocodrilos y grupos afines a ellos. Tradicionalmente, los Crocodylia recientes se han clasificado como sigue (como ejemplo en Porter, 1972):

Clase Reptilia
Subclase Archosauria
Orden Crocodylia
Suborden Eusuchia

Brochu (2001) revisó la información paleontológica del grupo y propuso que los Crocodyliformes incluyesen a aquellos animales convencionalmente llamados en la literatura prefilogenética *cocodrilianos*, restringiendo el término *crocodyliano* al grupo tope que son los grupos con representantes vivientes. Sin embargo, Martin y Benton (2008) proponen estabilizar la nomenclatura considerando que ya existe una definición filogenética fundamentada de Crocodylia, realizada por Sereno *et al*. (2001) como sigue:

Subclase CROCODYLOMORPHA Hay, 1930 (Walker, 1968)
Orden CROCODYLIA Gmelin, 1789
Suborden Protosuchia Mook, 1934
(sensu Clark, 1994)
Suborden Mesoeucrocodylia Whetstone
and Whybrow, 1983
Suborden Eusuchia Huxley, 1875

Dentro de los Crocodylia, la clasificación taxonómica de los Eusuchia por arriba del nivel de especie ha sido y es un tema controvertido; sin embargo recientemente, con base en estudios morfológicos y moleculares, se ha propuesto acomodar los nueve géneros reconocidos en tres subfamilias distintas (Alligatorinae, Crocodylinae y Gavialinae) dentro de una sola familia: Crocodylidae (McAliley *et al*., 2006). No obstante, algunos especialistas siguen considerando a estos tres grupos dentro la jerarquía de familias zoológicas.

Actualmente se reconocen 24 especies de cocodrilos, que se consideran agrupadas en nueve géneros. Como se mencionó, con la evidencia morfológica y molecular (McAliley *et al*., 2006; Densmore y White, 1991;

Roos *et al*., 2007, entre otros), en la familia Crocodylidae se ha considerado justificable reconocer tres subfamilias y su contenido como sigue:

- Subfamilia Alligatorinae, con cuatro géneros: *Alligator, Caiman, Melanosuchus* y *Paleosuchus*.
- Subfamilia Crocodylinae, que incluye tres géneros: *Crocodylus, Mecistops* y *Osteolaemus*.
- Subfamilia Gavialinae, que comprende dos géneros: *Gavialis* y *Tomistoma*.

En el Continente Americano solamente existen representantes de las subfamilias Alligatorinae (*lagartos* y caimanes) y Crocodylinae (cocodrilos propiamente dichos). Concretamente en México y en el norte de América Central habitan tres especies: una especie de caimán (*Caiman crocodilus* Linnaeus, 1758) y dos de cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 y *Crocodylus moreletii* Dumèril y Bibron, 1851).

Los Crocodylia cumplen funciones de suma importancia dentro de sus ecosistemas, por lo que pueden ser considerados especies clave; el mero hecho de su presencia en un área y el desempeño de sus actividades diarias no solamente influyen en la trayectoria de las poblaciones locales de otros seres vivos, sino que también pueden modificar el aspecto y la dinámica del ambiente, desde la estructura del paisaje hasta los flujos hídricos locales. Por ejemplo, sus desplazamientos cotidianos mantienen abiertos canales secundarios, lo que propicia la mezcla y el flujo libre de las aguas, y en ciertos entornos, las excavaciones que efectúan los cocodrilos cerca de las riberas pueden promover la permanencia de charcas, las cuales resultan cruciales para otras formas de vida, especialmente en ambientes sometidos a

períodos de sequía (Kushlan, 1974; Naiman y Rogers, 1997; Bondavalli y Ulanowicz, 1999). Por otro lado, son de los depredadores más eficaces, de manera que su existencia tiene un efecto directo en la regulación homeostática de las poblaciones de muchos otros tipos de animales, acuáticos y terrestres (Bondavalli y Ulanowicz, 1999).

La desaparición de los cocodrilos de los ambientes con interfase acuático-terrestre de donde son nativos, pronto tendría consecuencias deletéreas para el funcionamiento general del ecosistema, a escala local y hasta regional. Por esta razón, la protección y recuperación de las poblaciones de cocodrilos es un tema prioritario. En consecuencia, el seguimiento del estado que guardan las poblaciones silvestres y su hábitat es indispensable.

Desde el punto de vista del ser humano, los cocodrilos han sido objeto de interés para distintos grupos desde tiempo inmemorial. Independientemente de su papel en el imaginario mitológico para distintas culturas y en diferentes épocas, estos animales han sido utilizados como un recurso para la obtención de carne y pieles. La explotación de los cocodrilos puede ser para consumo directo, pero mucho más frecuentemente se usan para comerciar, sobre todo, con las pieles. En especial durante los primeros dos tercios del siglo XX los cocodrilos de diversas especies eran cazados de manera intensa para comercio. Esta actividad pronto se extendió gracias al incremento de la demanda por sus pieles, que alcanzó rápidamente una dimensión geográfica muy superior a la regional, y las pieles se cotizaban en los mercados internacionales de manera significativa. De todas las especies vivientes de Crocodylia, los cocodrilos en particular, son de mucho interés comercial debido a la calidad de su piel, ya que

sus placas dérmicas osificadas en la parte ventral son de mínima apariencia, lo que facilita su proceso a nivel industrial. Por esta razón, durante varias décadas, la captura comercial en México y América Central se concentró en ellos y, como en otras partes del mundo, ocasionó que las poblaciones de estos animales llegaran a estar en una situación de alto riesgo de desaparecer del medio silvestre.

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) habita en México, Guatemala y Belice. Es una especie muy perseguida debido a que su piel posee atributos sumamente deseables para la industria peletera (Platt y Thorbjarnarson, 2000). Esta característica propició la explotación excesiva de muchas poblaciones silvestres locales, las cuales resultaron severamente afectadas por la sobreexplotación. Además de la captura comercial visible, permitida o tolerada, la situación se agravó por la explotación ilegal que prosperaba a la sombra de regulaciones insuficientes. Al mismo tiempo se fomentaba un amplio comercio de animales cazados en áreas no supervisadas, lo que condujo al virtual agotamiento de poblaciones localizadas en toda su área de distribución (Powell, 1973; Álvarez del Toro, 1974; Platt y Thorbjarnarson, 2000).

El deterioro de cualquier población silvestre local, por sí mismo, debe ser motivo de preocupación; pero debe serlo aún más cuando muchas poblaciones se dañan de manera simultánea ocasionando que el efecto de su pérdida se sume a una escala mayor. Esto resulta en una condición que es mucho más que la simple suma de los daños locales que se ha llamado con justicia un *vórtice de extinción* para la especie (Fagan y Holmes, 2006). La conservación de cada población local de cualquier especie de cocodrilo debe ser vista como una contribución

efectiva al mantenimiento de la resistencia y la resiliencia general de la especie en todo su ámbito de distribución natural.

Fenómenos y situaciones como los aquí descritos han generado una preocupación creciente y al mismo tiempo, han fomentado que diversas instancias se ocupen cada vez más del cocodrilo de pantano, particularmente de la conservación de sus poblaciones silvestres y de la recuperación de aquellas que aún muestren signos de reducción o que sigan siendo afectadas por diversas razones.

En el último tercio del Siglo XX, dada la situación de deterioro generalizado de las poblaciones de las diferentes especies de cocodrilos, las autoridades de México, Guatemala y Belice fueron promoviendo y consolidando varias medidas para proteger el hábitat y a sus poblaciones. Con base en la información disponible actualmente y después de treinta años de instauradas estas medidas de conservación, se puede afirmar que las poblaciones del cocodrilo de pantano tienden a la recuperación (Sánchez y Álvarez-Romero, 2006).

Sin embargo, para mantener la tendencia hacia la recuperación demográfica de *C. moreletii*, se requiere que las condiciones actuales del hábitat no empeoren y que no se relaje la protección de las poblaciones silvestres. El monitoreo sistemático es un componente crucial de una estrategia de protección, pues genera información específica sobre el estado de las poblaciones y su hábitat en distintos tiempos y por ende, sobre las tendencias de ambos. Este tipo de información es un apoyo para la toma de decisiones de manejo (Platt y Thorbjarnarson, 2000; Platt *et al*., 2004), por lo cual es indispensable

poner en marcha, lo antes posible, un programa para la recaudación sistemática de datos sobre las poblaciones silvestres de *C. moreletii* y su entorno natural. Además, es importante que este programa se mantenga en funcionamiento de manera permanente.

El programa de monitoreo y en particular el manual que el lector tiene en sus manos, se fundamenta en esos principios.

Una perspectiva sobre el monitoreo

El manejo de especies silvestres y de su hábitat, tanto para fines de conservación como de uso sustentable, es un proceso que involucra conocimientos científicos, experiencia empírica y un considerable grado de creatividad. Muchas disciplinas convergen en esta tarea: las estrictamente biológicas, las relacionadas con la elaboración de modelos matemáticos, las ciencias socioeconómicas y las de tipo jurídico-administrativo, por mencionar sólo algunas. Dentro de ese marco de complejidad y costo considerables, los distintos componentes del manejo de vida silvestre deben construirse y operarse con una visión de congruencia mutua, ordenarse en una secuencia funcional, y desarrollarse con eficacia y eficiencia.

El objetivo de un programa de conservación de poblaciones silvestres es propiciar que existan las condiciones adecuadas para mantenerlas o para ayudar a que se recuperen los procesos demográficos que permiten su regulación autónoma. Esto es, se espera que las poblaciones tengan el número de individuos adecuado, con una proporción de sexos y edades tal, que puedan permanecer viables en espacio y tiempo. Para ello es indispensable conocer el estado que guarda una población silvestre en un momento inicial determinado y en el hábitat

en el que existe. Sin embargo, una única evaluación no es suficiente para trazar y para ajustar, de manera progresiva, un programa de conservación. Tampoco lo es para entender aspectos en la naturaleza, la magnitud y posibles consecuencias de eventuales cambios demográficos y del ambiente, cambios que pueden ser tanto de origen natural, inducidos por el propio manejo o por otras causas.

Dentro del marco general expuesto anteriormente, una actividad relevante es el monitoreo de poblaciones de especies silvestres y de su hábitat. En situaciones concretas, se ha demostrado la importancia del monitoreo para realizar intervenciones de campo con fines de conservación y uso sustentable (Danielsen *et al.*, 2004). Históricamente, el monitoreo se ha definido de varias maneras que más o menos coinciden. Sin embargo, durante el Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), efectuado en enero de 2010, los especialistas participantes adoptaron una definición unificada de monitoreo, que se expresa como sigue:

"La repetición sistemática, en forma periódica, de métodos de muestreo determinados, de manera que sus resultados documenten estados sucesivos de cada variable elegida para la población y su hábitat, cuya secuencia refleje la tendencia de esas variables."

La naturaleza sistemática de un proceso de monitoreo tiene que ver con la definición inequívoca e invariable de los tipos de datos que se desea recabar y de las técnicas que serán el estándar para levantar cada uno de ellos. Otra parte de ella se relaciona con el método en general, es decir, con la organización del trabajo, particularmente

con la distribución espacial de las rutas y sitios permanentes de muestreo, y con la manera y tiempos en que se recorrerán esos sitios.

Con base en la experiencia adquirida por expertos de todo el mundo a lo largo de décadas, (véanse las referencias enlistadas al final del presente manual), se ha demostrado que los elementos mínimos que se requieren para un monitoreo adecuado de cocodrilos son:

- Estimar la abundancia relativa aparente de la especie en el medio natural. Usualmente, esta se obtiene en forma indirecta mediante la tasa de encuentro de cocodrilos, es decir, el número de individuos que se detectan visualmente por kilómetro lineal en cada ruta de muestreo, cuya longitud es conocida.
- Un complemento de la detección visual se basa, entre otros aspectos, en la captura momentánea de individuos para medirlos, determinar su sexo, evaluar los indicadores de estado general de salud, tomar biopsias, colocar marcas permanentes y liberarlos. Además, cuando hay recapturas se pueden conocer diversos aspectos importantes de los individuos como son sus movimientos, crecimiento, longevidad, entre otros.
- Detectar nidos y, de ser posible, el seguimiento de la actividad y la recurrencia de uso de estos. Es un componente importante, especialmente en situaciones en las que se extraen ejemplares del medio natural, ya que los datos obtenidos permiten estimar la productividad de cocodrilos de la población local.
- Al iniciar el monitoreo, caracterizar el hábitat y evaluarlo periódicamente, así como los rasgos principales de las rutas de muestreo elegidas. Aunque no es fácil definir qué rasgos del paisaje, de la vegetación y de las actividades humanas locales influyen

más sobre los cocodrilos, un seguimiento de su estado general con indicadores básicos suele proporcionar puntos de referencia que son valiosos a lo largo del tiempo.

Los componentes espacio temporales del monitoreo requieren hacer un gran esfuerzo; por lo mismo, todo programa de monitoreo debe considerar que éste habrá de realizarse en lapsos suficientemente largos, pero al mismo tiempo, con la mayor regularidad posible para que sirvan como un registro confiable. Esto conlleva implicaciones de tiempo, esfuerzo, personal y recursos económicos que son importantes de considerar. Para que el monitoreo sea lo más representativo posible, es imprescindible que las rutas de muestreo estén bien distribuidas geográficamente, que sean siempre las mismas, que se recorran con una periodicidad determinada, en condiciones ambientales y de recorrido lo más uniformes que sea posible, y desde luego, con un apego estricto al sistema elegido para la obtención de datos y su acumulación progresiva. Solamente de esta manera será posible obtener, en distintos tiempos, datos que resulten comparables entre sí, con lo cual se estará en la posibilidad de detectar oportunamente tendencias de disminución, estabilidad o incremento de la población de cocodrilos. En una ruta de monitoreo dada, también se pueden revelar cambios en la estructura poblacional y así tomar mejores y más oportunas decisiones sobre acciones de conservación, y eventualmente, hacer un uso sustentable de las poblaciones de la especie.

Cuando se pretende establecer un programa de monitoreo a gran escala geográfica, se precisa además de gran disciplina, una buena coordinación y comunicación entre los grupos de personal de muestreo que trabajan en las distintas áreas.

Integrando el monitoreo de *Crocodylus moreletii*

La distribución espacial de *Crocodylus moreletii* trasciende fronteras geopolíticas, por lo que su monitoreo integrado depende de una organización a mayor escala. Aunque la mayor parte de la distribución geográfica natural de esta especie está en la vertiente del Golfo de México, se extiende también a Belice y, cuando menos, hasta el Petén en Guatemala. La necesidad de continuar promoviendo la recuperación de las poblaciones silvestres de la especie ha conducido a reconocer claramente la importancia de conjuntar esfuerzos entre los tres países para instalar un programa permanente de monitoreo.

El monitoreo (o seguimiento) de poblaciones animales en vida silvestre, es un proceso que requiere un trabajo de alta calidad técnica y con un grado aceptable de representatividad geográfica, que se logra mediante repeticiones de muestreo sistemáticas. También es indispensable que haya un compromiso sólido y permanente de todos los participantes en las distintas tareas y dentro de cada entidad asociada, en este caso los tres países donde se distribuye *C. moreletii*: México, Belice y Guatemala. Los talleres trinacionales anteriores han servido para compartir experiencias, analizar y debatir información científica, técnica y socioeconómica, y sobre todo, para ir acordando medidas que permitan avanzar firmemente hacia la conservación de esta especie. Como se ha mencionado, *C. moreletii* es de interés especial para México y Centroamérica por ser endémica de la región.

Una de las actividades derivadas de los compromisos acordados durante reuniones de especialistas en *C. moreletii* que se realizaron en México hasta 2006, fue la celebración de un nuevo Taller Trinacional

(México-Belice-Guatemala) con el propósito específico de diseñar, acordar y operar un programa de monitoreo de *C. moreletii* (Taller, 2010). Un programa de este tipo tendría que basarse en un número suficiente de unidades de monitoreo y rutas específicas, que fueran representativas de poblaciones naturales en todo el ámbito geográfico natural de la especie. Así mismo, debería operarse con un método de trabajo estándar, de manera que pueda generarse una base de datos global que permita: a) el reconocimiento de tendencias para cada población representativa y b) la integración de análisis y diagnósticos para la especie en su conjunto.

Con base en las consideraciones antes mencionadas, se ha diseñado una base de datos específica para el monitoreo de *C. moreletii*, que se fundamenta en los conceptos mencionados en distintos capítulos de este Manual. Esta base permitirá responder distintos tipos de preguntas. Algunas de ellas son relativamente simples, como la estimación del número de cocodrilos presentes en una ruta dada y sus variaciones a lo largo de los años. Otras preguntas revisten mayor complejidad, por ejemplo las relacionadas con la composición demográfica por edades y sexos, el crecimiento y movimientos de los individuos marcados, las características y variaciones en las condiciones del hábitat, la presencia y ubicación de nidos, etcétera. Si se toman muestras de tejido, la estructura de la base de datos permite ordenar la información a partir de la naturaleza y ubicación de las muestras, lo que favorecerá el desarrollo de análisis sobre genética molecular y el estado de salud de los cocodrilos de pantano en su ámbito geográfico natural. Con esta amplitud y flexibilidad para ordenar la información, se espera responder con oportunidad y calidad, a las expectativas prácticas del manejo de poblaciones de *C. moreletii*.

El presente manual explica en las siguientes secciones, los enfoques y métodos que los participantes del Taller Trinacional de 2010 han acordado seguir para el monitoreo de poblaciones silvestres de esta especie y de su hábitat, así como para el levantamiento de los datos que alimentarán la base de información.

Para establecer en su justa dimensión la trascendencia que tiene el seguimiento poblacional del cocodrilo de pantano, debe reconocerse que reviste un alto interés debido a las funciones de esta especie en los ecosistemas donde vive, así como por su importancia como recurso desde la perspectiva humana. El manual que el lector tiene en sus manos considera estas prioridades, y es uno de los resultados de las deliberaciones sostenidas por un grupo de expertos participantes en el Taller más reciente en donde se discutió este tema. Durante la elaboración del manual, también se han considerado experiencias y diseños metodológicos de otros programas que incluyen monitoreo de poblaciones de cocodrilos en distintas partes del mundo, por ejemplo en Australia, África (en especial Zimbabwe), Norteamérica, incluyendo México y otros sitios. Para los casos específicos véase Webb *et al*. (1987); Parks & Wildlife Service of the Northern Territory, Australia (2005); Zimbabwe Parks & Wildlife Management Authority (2006); Cherkiss *et al*. (2008); Xuan Vinh *et al*. (2006) y García-Grajales *et al*. (2007).

Con todos los elementos reseñados aquí, es posible concebir un futuro viable y promisorio para el monitoreo de las poblaciones de *C. moreletii* en vida silvestre. Todo esfuerzo aplicado se justificará ampliamente en el mediano plazo, si sirve como base para proponer y efectuar acciones de conservación más efectivas. A largo plazo, el

esfuerzo de monitoreo que se inicia con este manual también demostrará su utilidad al haberle proporcionado a las generaciones venideras la opción de un recurso natural en buen estado y potencialmente utilizable. Todo ello, además del privilegio de contribuir a perpetuar el poderoso espectáculo natural que representa un gran cocodrilo en libertad.

II. ANTECEDENTES

CONABIO */ Dirección de Enlace y Asuntos Internacionales, Coordinación CITES. ac-cites@conabio.gob.mx*

A mediados del siglo XX, México era considerado el principal exportador de pieles de cocodrilo a Estados Unidos. Sin embargo, debido a la cacería y el comercio no regulado de sus pieles, las poblaciones de cocodrilo de pantano disminuyeron drásticamente, por lo que en 1970 el gobierno de México decidió prohibir totalmente su caza y aprovechamiento. Al mismo tiempo, se empezó a promover el establecimiento de criaderos intensivos con fines comerciales y de conservación (SEMARNAP, 1999).

A su vez, con información generada entre 1950 y 1970, el gobierno de los Estados Unidos, en su Acta de Especies en Riesgo (ESA, por sus siglas en inglés), clasificó al cocodrilo de pantano en la categoría de *En Peligro de Extinción*, categoría en la que permanece hasta el momento.

En 1975 el cocodrilo de pantano fue incluido en la lista del Apéndice I de la CITES, lo que permitía el comercio internacional de ejemplares provenientes del medio silvestre sólo en circunstancias excepcionales, por ejemplo, para conservación e investigación.

Posteriormente, con base en evidencia generada durante el periodo 1970-1980, la especie fue clasificada en la categoría de *En Peligro de Extinción* en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 1982.

Los tres países donde se distribuye la especie, México, Guatemala y Belice, también la incluyeron en alguna categoría de riesgo de sus regulaciones domésticas. En 1994, a partir de la evaluación del estado de conservación de las especies mexicanas, el cocodrilo de pantano se clasificó en la categoría de *Rara* en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Asimismo, desde 1999 se encuentra en la Categoría 2: *En Grave Peligro*, del Listado de Especies de Fauna Silvestre Amenazadas de Extinción de CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) de Guatemala. Esta categoría, incluye especies que se encuentran en peligro de extinción por pérdida de hábitat, por el comercio, porque sus poblaciones son muy pequeñas y/o son endémicas o de distribución limitada. En Belice, el Acta de Protección de Vida Silvestre prohíbe la cacería de *C. moreletii* desde el año 2000.

En el año 2000, la UICN en su Lista Roja reclasificó a la especie en la categoría de *Menor Riesgo/Dependiente de Conservación* (LR/cd, *por sus siglas en inglés*), por considerar que su recuperación había sido significativa con base en las estimaciones derivadas del *Taller sobre la Aplicación de los Nuevos Criterios de la UICN para la Evaluación del Estado de los Cocodrilianos*, realizado en mayo de 1996, durante la 13ª reunión del CSG en Santa Fe, Argentina. Los datos presentados durante el taller indicaban que la especie estaba presente en más de 40 localidades del Golfo de México, incluyendo todas las localidades históricas, en densidades moderadas, y se estimó que había más de 10,000 individuos en edad reproductiva en el medio silvestre (Ross, 2000).

Por su parte, la Norma Oficial Mexicana fue modificada en 2001 (NOM-059-SEMARNAT-2001) y a la luz de la nueva información disponible, la especie se reclasificó bajo la categoría de *Sujeta a*

Protección Especial (Pr), en la que se encuentra hasta la fecha. Esta categoría incluye especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación ó la recuperación y conservación de especies asociadas.

Se han desarrollado proyectos y reuniones nacionales e internacionales con el objeto de actualizar el *estatus* del cocodrilo de pantano en los diversos listados (es decir UICN, ESA, NOM-059-SEMARNAT-2001, CITES) para que reflejen el estado real de sus poblaciones silvestres. A continuación se describen algunos de esos esfuerzos.

Proyecto CoPan

Durante el periodo 2002 - 2004 la CONABIO financió y solicitó al Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), por conducto del entonces Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas (IHNE), que realizara el estudio *Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano* (*Crocodylus moreletii*) *en México y evaluación de su estatus en la CITES* (Proyecto CoPan; Domínguez Laso, 2006). Los resultados preliminares del Proyecto CoPan se presentaron en la 16ª reunión del CSG de la UICN en Gainesville, Florida en octubre, 2002 (Sigler *et al.*, 2002).

Los principales resultados y conclusiones del estudio fueron:

- La especie está presente en toda su área de distribución original (localidades históricas).
- Se reportaron 40 localidades nuevas para la especie (dando un total de 145), incluyendo 2 estados en los que no se había registrado anteriormente (Querétaro y Nuevo León).

- Se estimó una población de aproximadamente 80,000 individuos en México; de los cuales 15,000 son adultos en edad reproductiva.
- Se calculó que casi un 40% de los individuos eran juveniles (clase II), lo que permitió estimar una tendencia poblacional positiva.
- Se estimó que el área potencial de distribución potencial de la especie en México era de 396,455 km^2.
- Se encontró que poco más de la mitad de los sitios en los que se registró la presencia de cocodrilos se hallan en condiciones aptas para su permanencia, y una cuarta parte de los restantes están en condiciones excelentes.

A finales de 2004, durante un taller de expertos y autoridades organizado por CONABIO, se revisó el informe del Proyecto CoPan para comparar la información reciente con el estatus vigente del cocodrilo de pantano en la Lista Roja de la UICN, en la NOM-059 y en la ESA.

Más adelante, los resultados de este levantamiento de información de campo sirvieron como base para la elaboración de una propuesta que presentó México para reclasificar a la especie en el Acta de Especies en Riesgo (ESA, por sus siglas en inglés), así como para el desarrollo de una propuesta de enmienda a los Apéndices de la CITES.

Evaluación global y propuesta de Reclasificación en el ESA

Al inicio de la evaluación, se desarrolló un modelo estático de estimación de la población global de *C. moreletii* y un modelo dinámico que permitieron establecer las probables tendencias de la población con base en simulaciones estocásticas (Sánchez y Álvarez-Romero, 2006). Para ello se consideró tanto la nueva información de México como aquella disponible para Guatemala y Belice. A nivel global se estimó un área de

distribución potencial de casi 400,000 km^2 (con al menos 25,000 km de cuerpos de agua). Se estimó que la población era de aproximadamente 100,000 individuos, de los cuales 20,000 eran adultos.

Más adelante, en ese mismo estudio, se efectuó un Análisis de Viabilidad de Población (PVA, por sus siglas en inglés) utilizando el programa Vortex (Lacy *et al*. 2003). Los resultados mostraron que, para una población inicial de 30,000 individuos, había una probabilidad de extinción estimada en 0.1380 ± 0.015 después de 500 años, considerando que se mantuvieran las condiciones del ambiente y del manejo actuales. En el modelo, se definió la extinción cuando hubiera sólo 500 individuos remanentes en toda el área de distribución. El escenario incluyó factores de estrés como lo son una reducción progresiva y sostenida de la capacidad de carga del 0.15% anual y catástrofes potenciales. En resumen, se obtuvo un 86% de probabilidad de supervivencia de la especie. Después de 500 iteraciones (para un lapso de 500 años cada una), en ninguna de las poblaciones finales se llegó a menos de 4,500 individuos. Desde el punto de vista estadístico, en el modelo se mantuvo la diversidad genética muy alta a lo largo del periodo de 500 años. Con la evidencia actual no son de esperarse cuellos de botella genéticos en el futuro cercano (Sánchez y Álvarez-Romero, 2006).

A partir de los modelos antes mencionados, y de mantenerse las acciones de conservación y recuperación, se obtuvieron pronósticos positivos para la supervivencia de la población a largo plazo. En 2005, durante la X Reunión Anual del Comité Trilateral para la Conservación y Manejo de Vida Silvestre y Ecosistemas Canadá-EUA-México que se realizó en Zacatecas, México presentó de manera oficial la Propuesta para Reclasificar al Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en el

ESA. Asimismo, en la 18ª reunión del CSG de la UICN en 2006, efectuada en Montèlimar, Francia, se presentaron los resultados del modelado de la población, siendo bien recibidos por el Grupo, que manifestó su apoyo a la propuesta sugiriendo no eliminarla sino transferirla a la categoría de *amenazada por razones de similitud de apariencia*.

La eliminación de esta especie del listado del ESA o bien su reclasificación en una categoría de mucho menor riesgo, acorde con el estado actual de sus poblaciones, permitirá alentar los programas de conservación, reproducción y cría en cautiverio, así como estimular futuras actividades comerciales sustentables, que incentiven la conservación de *C. moreletii*.

Actualmente, México se encuentra en espera de la respuesta oficial del gobierno estadounidense, ante la propuesta relativa a la ESA.

Estrategia Trinacional Guatemala-México-Belice

Del 5 al 9 de junio de 2001 se realizó en Guatemala el Primer Taller Trinacional sobre Cocodrilo de Pantano en la Estación Biológica las Guacamayas, Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén. En él se reunieron especialistas e instituciones de los tres países, quienes emitieron recomendaciones y propusieron los primeros elementos para el desarrollo de una estrategia regional.

Posteriormente, en abril de 2006 en Cuicuilco, ciudad de México, se efectuó el Taller Trinacional Guatemala-México-Belice para el Manejo y la Conservación del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) y la Revisión del Estatus de la Tortuga Blanca (*Dermatemys mawii*) en los Apéndices de la CITES. A partir de este evento, se inició el desarrollo

de la Estrategia Tri-nacional Belice-Guatemala-México para la Conservación y el Manejo Sostenible del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). La Estrategia servirá como punto de referencia y línea rectora de las actividades encaminadas al conocimiento, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del cocodrilo de pantano.

En un documento declarativo respaldado por los tres gobiernos, se plasmaron las opiniones consensuadas sobre la identificación de necesidades regionales para la conservación del cocodrilo, los compromisos al respecto, productos necesarios, responsables y plazos estimados para su logro. Este documento es conocido como el Pronunciamiento de Cuicuilco.

Propuesta de Enmienda a los Apéndices de la CITES

La inclusión del cocodrilo de pantano en el Apéndice I de la CITES en 1975, se efectuó a partir del estado conocido de las poblaciones de la especie en ese momento, y desde su inclusión, no había sido revisado el estatus de la especie en la CITES.

A partir de la información generada con el Proyecto CoPan y de esfuerzos posteriores, las autoridades CITES de México determinaron que la especie no cumple los criterios de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP14) para permanecer en el Apéndice I, es decir, que no se encuentra en peligro de extinción.

En 2008, durante la 23ª reunión del Comité de Fauna de la CITES (AC23) en Ginebra, México presentó un borrador de propuesta de enmienda para transferir a la población mexicana de cocodrilo de pantano del Apéndice I al Apéndice II (AC23 Doc. 18). La propuesta

fue bien recibida por el Comité de Fauna y se emitieron las sugerencias que se enlistan a continuación, para complementarla antes de presentarla a la Conferencia de las Partes:

- Desarrollar un sistema de monitoreo para el seguimiento de las poblaciones.
- Consultar a Belice y Guatemala para presentar una propuesta conjunta.
- Solicitar la opinión al CSG de la UICN.

Como respuesta a inquietudes expresadas por el CSG de la UICN durante la CoP15 celebrada en Doha, Qatar del 13 al 25 de marzo de 2010, México presentó una propuesta de enmienda para transferir al cocodrilo de pantano del Apéndice I al Apéndice II, con una cuota cero para ejemplares silvestres con fines comerciales (CoP15 Prop. 8), así como un documento informativo con datos complementarios (CoP15 Inf. 34).

La CoP15 aceptó por consenso la transferencia de las poblaciones de México y Belice al Apéndice II (con una cuota "cero" para ejemplares silvestres), y la permanencia de la población de Guatemala en el Apéndice I, debido a que hace falta información sobre sus poblaciones silvestres (CoP15 Com. I Rec. 7).

Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala

Para dar continuidad a los resultados del Proyecto CoPan, en congruencia con la Estrategia Trinacional, y para responder a las sugerencias del AC23 y de la CoP15, la CONABIO tomó la iniciativa de coordinar el desarrollo del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de

Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala, con la participación de especialistas de México, Guatemala, Belice y del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la UICN. Además se contó con el apoyo de otras instituciones de gobierno mexicanas como la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

La información que se obtenga a partir de que se ponga en marcha el programa de monitoreo, permitirá tomar decisiones mejor fundamentadas sobre la conservación, manejo y el eventual aprovechamiento sustentable de la especie, a nivel local, nacional, regional e internacional.

El presente programa de monitoreo pretende dar seguimiento al estado y tendencias de las principales poblaciones silvestres de la especie en toda su área de distribución (México, Belice y Guatemala). El proyecto para desarrollar dicho programa se divide en dos fases: I) diseño y II) implementación.

Fase I: Diseño del programa de monitoreo

La Fase I del proyecto consistió en diseñar el monitoreo para ser aplicado a los tres países del área de distribución. Se revisó y evaluó una propuesta de diseño preliminar (documento base; Sánchez, 2009) en el Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), en la Ciudad de México del 27 al 29 de enero de 2010 (CONABIO, 2010). En este taller participaron 33 especialistas de los tres países del área de distribución de la especie y de EUA, así como de distintas organizaciones no gubernamentales, específicamente 25

de México, cuatro de Belice, tres de Guatemala y un representante del CSG de la UICN. Los objetivos del taller fueron los siguientes:

1. Identificar cuál sería la información mínima necesaria para establecer un sistema de monitoreo de poblaciones silvestres representativas de *C. moreletii* y la periodicidad para obtener dicha información.
2. Acordar los métodos para obtener la información requerida para monitorear a las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano.
3. Identificar las poblaciones silvestres relevantes y definir las rutas de monitoreo de poblaciones silvestres de *C. moreletii*.
4. Definir las necesidades de coordinación de los equipos que realicen los monitoreos.
5. Definir los elementos útiles para sistematizar y analizar la información obtenida durante los monitoreos.
6. Definir los elementos necesarios para elaborar un manual de procedimientos.

El alto grado de interés y colaboración de los participantes permitió un flujo óptimo de las actividades en el Taller y se cumplieron todos los objetivos planteados. Los resultados quedaron plasmados en un documento interno de acuerdos (CONABIO, 2010), en el que se especificaron actividades, personas responsables y fechas de cumplimiento.

Se acordó establecer un programa de seguimiento de poblaciones representativas de *C. moreletii* entre México, Belice y Guatemala. El programa requiere operarse bajo las mismas bases y con un método de trabajo estándar, de manera que pueda generarse una base de datos global, que permita: a) el reconocimiento de tendencias

para cada población representativa, y b) la integración de análisis y diagnósticos para la especie en su conjunto.

Sobre los métodos de trabajo a emplear, se acordó que el monitoreo consistiría en:

A) Evaluar y monitorear el hábitat (EMH) de *Crocodylus moreletii*.

B) Detección visual nocturna (DVN) de ejemplares a lo largo de Rutas definidas, para obtener las tasas de encuentro de animales.

C) El levantamiento de datos adicionales mediante captura, marca y recaptura de ejemplares (MRE).

D) La ubicación y seguimiento de nidos (USN) de cocodrilos de pantano, que se encuentren durante las actividades mencionadas en los incisos anteriores.

E) Determinación de la identidad taxonómica de los ejemplares, especialmente en áreas de distribución simpátrica, esto es, en donde se distribuye tanto *C. moreletii* como *C. acutus*.

Fase II: Publicación e implementación del programa de monitoreo

Una vez publicado el documento del Programa y el Manual de Procedimientos, la Fase II consistirá en poner en marcha el programa. Esto incluye constituir y capacitar a los equipos de campo, la firma de los convenios necesarios para que operen, la obtención de los datos en el campo y que se construya la base de datos. Durante el Taller celebrado en 2010 se decidió que la información de la base de datos será mantenida y actualizada por la CONABIO, en México, principalmente debido a que, en función de la extensión territorial de éste país, se espera que se obtenga más información. Esa información, tomada directamente de los formatos de campo correspondientes a cada tipo

de actividad de monitoreo, será organizada en la base de datos de tal forma que sea fácil recuperarla mediante distintos tipos de consultas, apropiadas para el tipo de preguntas que se quieran contestar y de acuerdo con las necesidades de conservación de *C. moreletii*. Según el caso lo requiera, la información obtenida de la base de datos podrá ser analizada de tal forma que se puedan hacer estimaciones y calcular las principales tendencias poblacionales de la especie, en las diferentes Rutas y en los plazos corto, mediano y largo.

Cooperación con el Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG) de la UICN

Como se menciona en párrafos anteriores, varios esfuerzos de conservación y manejo de *C. moreletii* han estado acompañados de la asesoría y orientación del CSG de la UICN. El CSG contribuyó a emitir las recomendaciones sobre los resultados y análisis de datos del Proyecto CoPan, a elaborar la Propuesta de Reclasificación del Cocodrilo de Pantano en el ESA de los Estados Unidos, a elaborar la Propuesta de Enmienda a los Apéndices de la CITES y a diseñar y planear el Programa de Monitoreo y el presente Manual de Procedimientos.

La interacción con el Grupo ha permitido compartir experiencias y conocimiento sobre la especie y acordar las mejores vías para su conservación, seguimiento, manejo y aprovechamiento sustentable.

Los avances en el diseño del programa de monitoreo fueron presentados en 2010, ante la Mesa Directiva del CSG durante su 20ª reunión de trabajo en Manaus, Brasil, en donde la iniciativa fue bien recibida. Los comentarios emitidos por miembros del CSG a este Manual de Procedimientos fueron considerados para su publicación. Durante

dicha reunión, la Mesa Directiva propuso al Biól. Hesiquio Benítez, Director de Enlace y Asuntos Internacionales de la CONABIO, Autoridad Científica CITES de México, para que fungiera como representante de México ante el CSG. Este nombramiento fue formalizado en octubre de 2010, mediante una carta de invitación del presidente del CSG al Biól. Benítez y en noviembre de 2010, a través del oficio de confirmación correspondiente.

Inicialmente, los objetivos principales de la representación de México ante el CSG se centrarán en facilitar la comunicación entre las personas relacionadas con los cocodrilos en el país (investigadores, productores, comercializadores, etc.), en darle seguimiento al Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano y en la elaboración de informes nacionales para el CSG.

III. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

CONABIO */ Dirección de Enlace y Asuntos Internacionales, Coordinación CITES. ac-cites@conabio.gob.mx*

El objetivo principal de este manual consiste en estandarizar los métodos y técnicas de trabajo para dar seguimiento a las poblaciones silvestres representativas de la especie y su hábitat en toda su área de distribución. Así mismo, se presenta el diseño geográfico del muestreo para el programa y una guía de identificación de *C. moreletii*, *C. acutus* e híbridos entre ambas especies.

En cada capítulo se incluye una muestra de los formatos oficiales para la toma de datos en campo y el **ANEXO 1** enlista el equipo y materiales que se han considerado esenciales para realizar de manera eficaz y eficiente cada una de las diferentes actividades de muestreo. En general, se ha cuidado que la lista incluya lo mínimo necesario, pero no es limitativa, por lo que cada equipo de trabajo de campo puede incrementarla o modificarla para optimizarla a sus necesidades. Con este componente se espera facilitar la planeación de los recorridos de muestreo y la elaboración oportuna de presupuestos y otras previsiones.

También es importante contar con los respaldos de carácter jurídico-administrativo y comunicación con autoridades, con los que los equipos deben contar, por lo que el manual destaca temas sobre los preparativos para el trabajo de campo, obtención de permisos y procedimientos para la obtención de material para marcar a los animales, y otros aspectos que se tienen que acatar de manera obligatoria durante el desarrollo del monitoreo en los **ANEXOS 2 y 3**. Se incluyen

además, a lo largo del texto y en el **ANEXO 4** del manual, indicaciones esenciales relacionadas con la seguridad personal durante los recorridos que se realicen para evaluar el hábitat, al buscar a los cocodrilos, ubicar y describir a los nidos y al capturar a los animales para marcarlos y tomar datos sobre los mismos. En este sentido, no debe soslayarse la importancia de gestionar, con el personal correspondiente, la contratación de seguros médicos y de otro tipo, que contribuyan a proteger la vida y la salud de quienes operen los muestreos.

Confiamos en que este manual cumplirá cabalmente su papel como elemento unificador para la adecuada instalación y operación del programa de monitoreo a lo largo de toda el área de distribución del cocodrilo de pantano y en que los resultados que se obtengan tendrán la calidad necesaria para realizar evaluaciones periódicas de las poblaciones en cada una de las rutas de monitoreo, así como para hacer inferencias útiles para contribuir al conocimiento sobre la biología y conservación de la especie en su conjunto. Con base en las tendencias que se detecten mediante este monitoreo se podrán hacer proyecciones oportunas y documentadas de los posibles escenarios sobre la conservación del cocodrilo de pantano y al mismo tiempo, beneficiará la toma de mejores decisiones.

Por sí mismo, este manual de procedimientos constituye el producto más concreto y visible del Taller, que hasta donde sabemos, logró reunir por primera vez, a todos los países directamente relacionados con el área de distribución completa de una especie de cocodrilo. Aún más, representa un testimonio del gran compromiso que tienen los especialistas de los tres países con respecto a planear y efectuar el monitoreo permanente de *C. moreletii*.

DGM

Diseño geográfico del muestreo

1 Diseño geográfico del muestreo

CONABIO */ Dirección de Enlace y Asuntos Internacionales, Coordinación CITES. ac-cites@conabio.gob.mx*

Con base en los resultados del Taller efectuado en enero de 2010, la estructura geográfica jerárquica acordada para el Programa de Monitoreo del cocodrilo de pantano, quedó compuesta de cuatro niveles; de mayor a menor extensión: Regiones de Coordinación (RC), Unidades de Monitoreo (UM), Rutas (R) y Sitios (S). La nomenclatura de cada componente de la estructura geográfica, así como su ubicación e información sobre la extensión de las Rutas se presentan en los **Cuadros 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4** de este capítulo.

Regiones de Coordinación (RC)

La región de coordinación (RC) es una división con fines administrativos que abarca grandes extensiones, está compuesta por Unidades de Monitoreo (UM) y cada una se encuentra a cargo de un Coordinador de Región.

En México se identificaron cuatro RC:

MXRC1 – Golfo Norte: Tamaulipas, San Luís Potosí y norte de Veracruz
MXRC2 – Golfo Centro: Veracruz centro y norte de Oaxaca
MXRC3 – Sur: sur de Veracruz, Tabasco, Chiapas y oeste de Campeche
MXRC4 – Península de Yucatán: centro y este de Campeche, Yucatán y Quintana Roo

En Guatemala se identificaron tres RC:

GTRC1 – Petén
GTRC2 – Izabal
GTRC3 – Alta Verapaz-Quiche

En Belice se identificó una RC:

BZRC1 – Belice

Unidades de Monitoreo (UM)

Las Unidades de Monitoreo (UM) son áreas de trabajo relevantes para el monitoreo de *Crocodylus moreletii* en función de la importancia relativa de sus poblaciones. Las UM son determinadas a partir de los siguientes criterios:

1) La disponibilidad de datos sobre el área (históricos sobre poblaciones y rutas conocidas)
2) tasas de encuentros previas importantes
3) experiencia disponible en el área
4) niveles de presión actuales y potenciales sobre la especie
5) facilidad estimada del recorrido para efectuar el muestreo

En México se identificaron 31 Unidades de Monitoreo; nueve para Guatemala y seis para Belice. Cada UM está formada por una o más Rutas.

Rutas (R)

Son trazos concretos dentro de cada Unidad de Monitoreo (UM) que describen la trayectoria aproximada a recorrer. En total para México

se decidió hacer muestreos en 43 rutas, mientras que para Belice se identificaron seis y para Guatemala 24. En algunos casos, debido a la extensión de las Rutas, éstas se dividen en Sitios, como se describe a continuación.

Sitios (S)

Son segmentos específicos de recorrido dentro de una Ruta determinada; por ejemplo, un cierto tramo de un río o arroyo, la ribera de una laguna o cenote, entre otros casos. Hasta el momento, siete Rutas de México se han dividido en Sitios, una en Guatemala y ninguna en Belice).

Los datos para los recorridos y diferentes tipos de muestreo (evaluación y monitoreo de hábitat, detección visual nocturna, marcaje y recaptura de ejemplares, y ubicación y seguimiento de nidos) se tomarán a nivel de Sitio, y en los casos de Rutas que resulten sin división, para efecto de los muestreos se considerará que la Ruta equivale a un Sitio.

Los trazos específicos y permanentes de cada Ruta y Sitio se conocerán hasta las primeras salidas al campo, momento en el que se obtendrán las coordenadas particulares. Es posible que para entonces sea necesario modificar la composición de Rutas que requieran dividirse en Sitios o hacer otras modificaciones.

Mapa preliminar del Programa de Monitoreo

Con la información disponible hasta el momento, fue posible generar los mapas preliminares del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala (**Figuras 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7**).

Los mapas fueron elaborados utilizando diferentes herramientas y material cartográfico en distintos formatos. Una descripción detallada de los mismos y del procedimiento que se siguió para elaborarlos se encuentra en el **ANEXO 5**.

Estos mapas serán actualizados conforme se obtengan datos específicos en el campo sobre las rutas y sitios (por ejemplo sus coordenadas de inicio y término, extensión, etc.) y si en el futuro se establecen nuevas localidades de muestreo.

Claves únicas de localidad (diseño geográfico) para registro en los formatos de campo

Los formatos de toma de datos se describen en los siguientes capítulos para cada método. Para capturar datos en el campo, el formato incluye una sección para el registro de la clave de localidad en que se trabajó. La clave de trabajo se diseñó con el objeto de facilitar el registro sistemático de dicha información y su captura en la base de datos del programa de monitoreo. Las claves únicas se desarrollaron de tal manera que identificarán, de manera inequívoca en los formatos y base de datos, a cada Región de Coordinación, Unidad de Monitoreo, Ruta, Sitio. Con este sistema se hará uniforme la captura de la localidad y se evitarán confusiones al usar nombres abreviados de diferentes maneras o descripciones que no sean las correctas.

Las claves están conformadas de la siguiente manera (de izquierda a derecha):

- Dos letras que indican el país, México, Guatemala o Belice, respectivamente: MX, GT o BZ

- Una o dos letras que indican si la clave se refiere a una Región de Coordinación, Unidad de Monitoreo, Ruta o Sitio: respectivamente RC, UM, R o S
- De uno a cuatro números separados por puntos que indican:
    * el primer número se refiere al número de la Región de Coordinación (RC) que le corresponda
    * el segundo al número de la Unidad de Monitoreo (UM)
    * el tercero al número de la Ruta (R)
    * y el cuarto al número del Sitio

Las claves para cada RC, UM, R y S se detallan en los **Cuadros 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4.**

Ejemplos:

- En México:
    * la Región de Coordinación 2 se denominaría **MXRC2**
    * la Unidad de Monitoreo 11 (que está en Los Tuxtlas, Veracruz) dentro de la RC2 sería **MXUM2.11**
    * la Ruta 1 (Tuxtlas 1 Catemaco) dentro de la UM11 y en la RC2 sería **MXR2.11.1**
    * y el Sitio 2 (Nanciyaga) dentro de la R1, UM11 y la RC2 sería **MXS2.11.1.2**

- La clave **GTS1.3.1.2** es de Guatemala y se refiere al Sitio 2 (Humedal del Río La Pasión), de la Ruta 1 (Río La Pasión), de la Unidad de Monitoreo 3 (La Pasión-Petexbatun) de la Región de Coordinación 1.

Cuadro 1.1. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. Balance en el número de Unidades de Monitoreo, Rutas y Sitios por Región de Coordinación para los tres países.

País	Regiones de Coordinación (RC)	Unidades de Monitoreo (UM)	Rutas (R)	Sitios (S)
México	MXRC1	7	10	10
	MXRC2	6	11	15
	MXRC3	9	12	14
	MXRC4	9	10	14
Guatemala	GTRC1	4	14	2
	GTRC2	3	6	0
	GTRC3	2	4	0
Belice	BZRC1	6	6	0

Cuadro 1.2. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. **MÉXICO**: Claves de las Regiones de Coordinación (RC), Unidades de Monitoreo (UM), Rutas (R) y Sitios (S). Para México (MX), las regiones de coordinación se dividieron en cuatro: **RC1**: Golfo Norte, **RC2**: Golfo Centro, **RC3**: Sur, **RC4**: Península Yucatán. TAM = Tamaulipas, SLP = San Luis Potosí, VER = Veracruz, OAX = Oaxaca, TAB = Tabasco, CHIS = Chiapas, CAM = Campeche, YUC = Yucatán, QROO = Quintana Roo. En los sitios con asterisco (*) se considera el perímetro en lugar de la extensión lineal.

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
MXRC1	MXUM1.1	Villa de Casas	MXR1.1.1	Villa de Casas1			28.06	TAM
	MXUM1.2	Río Corona	MXR1.2.1	Río Corona1			68.20	
	MXUM1.3	Laguna El Carpintero-Altamira-Río Carrizal	MXR1.3.1	Laguna El Carpintero			9.71*	
			MXR1.3.2	Complejo Carrizal			86.69*	
	MXUM1.4	Dique el Tecolote (de la Presa Emilio Portes Gil)	MXR1.4.1	El Tecolote – Presa E. Portes Gil			65.79*	
	MXUM1.5	Ciénega de Cabezas (Tamasopo)-Río santa María	MXR1.5.1	Ciénega de Cabezas1			18.64*	SLP
			MXR1.5.2	Ciénega de Cabezas2			53.50	
	MXUM1.6	Río Valles	MXR1.6.1	Río Valles1			70.23	
			MXR1.6.2	Río Valles2			30.96*	
	MXUM1.7	Río Pánuco-El Tomatal	MXR1.7.1	Río Pánuco			75.02*	VER

Continuación Cuadro 1.2

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
MXRC2	MXUM2.1	Río Tuxpan-Bahía de Cochinos	MXR2.1.1	Río Tuxpan			95.38	VER
	MXUM2.2	Río Tecolutla (Estero La Victoria, Estero Lagartos, Estero Larios, Estero de la Cruz)	MXR2.2.1	Río Tecolutla			157.20*	
	MXUM2.3	Laguna Verde	MXR2.3.1	Laguna Verde			2.88*	
	MXUM2.4	Los Tuxtlas (lagunas, incluyendo Catemaco)	MXR2.4.1	Tuxtlas 1 Catemaco	MXS2.4.1.1	Lado NO	2.55	
					MXS2.4.1.2	Nanciyaga	6.37	
					MXS2.4.1.3	Lado E	11.58	
					MXS2.4.1.4	Las Margaritas	10.05	
			MXR2.4.2	Tuxtlas 2 Catemaco			1.14	
			MXR2.4.3	Tuxtlas 3			1.63*	
			MXR2.4.4	Tuxtlas 4			0.58*	
			MXR2.4.5	Tuxtlas 5			1.98*	
			MXR2.4.6	Tuxtlas 6	MXS2.4.6.1	Pantanos de Sontecomapan	7.42	
					MXS2.4.6.2	Embarcaderos de Sontecomapan	10.41	
	MXUM2.5	Laguna La Mancha	MXR2.5.1	Laguna La Mancha			17.11*	
	MXUM2.6	Lago Santa Virginia	MXR2.6.1	Lago Santa Virginia			12.41	OAX

Continuación Cuadro 1.2

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
MXRC3	MXUM3.1	Río Coatzacoalcos-Minatitlán	MXR3.1.1	Coatzacoalcos-Minatitlán			282.11*	VER
	MXUM3.2	Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla	MXR3.2.1	RBPC1-Canal Turístico Nueva Esperanza			14.22*	TAB
			MXR3.2.2	RBPC2-RancheríaChilapa	MXS3.2.2.1	Laguna El Viento	25.37*	
					MXS3.2.2.2	Lagunas Varias	27.11*	
			MXR3.2.3	RBPC3-Ejido Tres Brazos	MXS3.2.3.1	Laguna El Pajaral	22.99*	
					MXS3.2.3.2	Lagunas La Puerta y La Última	16.82*	
	MXUM3.3	Laguna El Rosario	MXR3.3.1	Laguna El Rosario			89.39*	
	MXUM3.4	Lago El Caracol	MXR3.4.1	Lago El Caracol			20.32*	CHIS
	MXUM3.5	Arroyo San Vicente	MXR3.5.1	Arroyo San Vicente			2.66	
	MXUM3.6	Laguna de Catazajá	MXR3.6.1	Laguna de Catazajá			158.29*	
	MXUM3.7	Sistema Río Lacantún (incluyendo Río Tzendales)	MXR3.7.1	Sistema Río Lacantún			89.80	
	MXUM3.8	Lago El Aguacate	MXR3.8.1	Lago El Aguacate			2.73*	
	MXUM3.9	Laguna de Términos (incluyendo el complejo Pom Atasta-Palizada)	MXR3.9.1	Lagunas Pom Atasta			182.22*	CAM
			MXR3.9.2	Sistema Términos-Palizada			131.31	

Continuación Cuadro 1.2

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
MXRC4	MXUM4.1	Río Champotón	MXR4.1.1	Río Champotón			105.91*	CAM
	MXUM4.2	Dzilam de Bravo	MXR4.2.1	Dzilam de Bravo			26.28*	YUC
	MXUM4.3	Ría Lagartos	MXR4.3.1	Ría Lagartos			45.10*	
	MXUM4.4	Humedales de Yum Balam-Yalahau	MXR4.4.1	YumBalam-Yalahau			76.19	QROO
	MXUM4.5	Sistema Lagunar Muyil-Chunyaxché-Bocapaila (parte de la Reserva de Sian Ka´an)	MXR4.5.1	SL1-Muyil Chunyaxché	MXS4.5.1.1	Lagunas	30.18*	
					MXS4.5.1.2	Canales	19.50	
			MXR4.5.2	SL2-Sian Ka´an Bahías,Cayos	MXS4.5.2.1	Bahía Ascención 1	20.88	
					MXS4.5.2.2	Bahía Ascención 2	36.45	
					MXS4.5.2.3	Bahía Espíritu Santo 1	9.89	
					MXS4.5.2.4	Bahía Espíritu Santo 2	11.31	
	MXUM4.6	Sistema Lagunar el Chicancanab-Esmeralda	MXR4.6.1	Chichancanab			36.73*	
	MXUM4.7	Sistema Lagunar Cobá	MXR4.7.1	Sistema Lagunar Cobá			2.08*	
	MXUM4.8	Río Hondo	MXR4.8.1	Río Hondo Sección Cacao (15km)			30.66*	
	MXUM4.9	Bala'an K'aax	MXR4.9.1	Bala'an K'aax	MXS4.9.1.1	Plan de la Noria	3.52*	
					MXS4.9.1.2	Venustiano Carranza	2.1*	
					MXS4.9.1.3	Ignacio Manuel Altamirano 1	2.23*	
					MXS4.9.1.4	Ignacio Manuel Altamirano 2	1.18*	
					MXS4.9.1.5	Lagunas de Paytoro	s/inf	
					MXS4.9.1.6	Laguna Peten Tunich	14.59*	
					MXS4.9.1.7	Laguna de Vallehermoso 1	4.79*	
					MXS4.9.1.8	Laguna de Vallehermoso 2	16.42*	

Cuadro 1.3. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. **GUATEMALA**: Claves de las Regiones de Coordinación (RC), Unidades de Monitoreo (UM), Rutas (R) y Sitios (S). Las regiones de coordinación se dividieron en tres: **RC1**: Petén, **RC2**: Izabal, **RC3**: Alta Verapaz-Quiche.
En los sitios con asterisco (*) se considera el perímetro en lugar de la extensión lineal.

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
GTRC1	GTUM1.1	Río San Pedro-Laguna del Tigre	GTR1.1.1	Río San Pedro			57.5	Peten
			GTR1.1.2	Río Sacluc			8.7	
			GTR1.1.3	Laguneta El Perú			21.3*	
	GTUM1.2	Río Usumacinta	GTR1.2.1	Río Usumacinta			96.18	
	GTUM1.3	La Pasión-Petexbatun	GTR1.3.1	Río La Pasión	GTS1.3.1.1	Río La Pasión	40.3	
					GTS1.3.1.2	Humedal del Río La Pasión	44.99	
			GTR1.3.2	Río Petexbatun			18.18	
			GTR1.3.3	Laguna Petexbatun			20.18*	

Continuación Cuadro 1.3

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
GTRC1	GTUM1.4	Laguna Zona Central de Peten	GTR1.4.1	Lago Peten Itza			95.51*	Peten
			GTR1.4.2	Laguna Yahxa			22.4*	
			GTR1.4.3	Laguna Sacnab			12.3*	
			GTR1.4.4	Laguna Salpeten			9.7*	
			GTR1.4.5	Laguna Macanche			7.31*	
			GTR1.4.6	Burral			1.18	
			GTR1.4.7	Tintal			2.7	
GTRC2	GTUM2.1	Río Sarstun	GTR2.1.1	Río Sarstun (Sarstoon)			48.58	Izabal
	GTUM2.2	San Francisco del Mar	GTR2.2.1	Canal de los Ingleses			15.45	
			GTR2.2.2	Río San Francisco			15.56	

Continuación Cuadro 1.3

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
GTRC2	GTUM2.3	Bocas del Polochic	GTR2.3.1	Bocas			14.78	Izabal
			GTR2.3.2	Río Oscuro			6.33	
			GTR2.3.3	Río Polochic			29.46	
GTRC3	GTUM3.1	Lachua-Chixoy	GTR3.1.1	Laguna Lachua			7.48*	Alta Verapaz-Quiché-Huehuetenango
			GTR3.1.2	Río Chixoy			44.55	
			GTR3.1.3	Río Ixcan			34.72	
	GTUM3.2	Seguapinol	GTR3.2.1	Río Chajmaic			14.72	

Cuadro 1.4. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)* México-Belice-Guatemala. BELICE: Regiones de Coordinación (RC), Unidades de Monitoreo (UM), Rutas (R) y Sitios (S).

RC	Unidad de Monitoreo (UM)		Rutas (R)		Sitios (S)		Extensión (km)	Subdivisión política
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre		
BZRC1	BZUM1.1	Río Hondo	BZR1.1.1	Río Hondo			122.24	Corozal-Orange Walk
	BZUM1.2	Belize River Watershed	BZR1.1.2	Belize River Watershed			78.04	Belize-Cayo
	BZUM1.3	New River Watershed	BZR1.1.3	New River Watershed			49.24	Orange Walk
	BZUM1.4	Monkey River	BZR1.1.4	Monkey River			48.18	Toledo
	BZUM1.5	Río Grande	BZR1.1.5	Río Grande			42.57	
	BZUM1.6	Río Sarstoon	BZR1.1.6	Río Sarstoon			51.96	

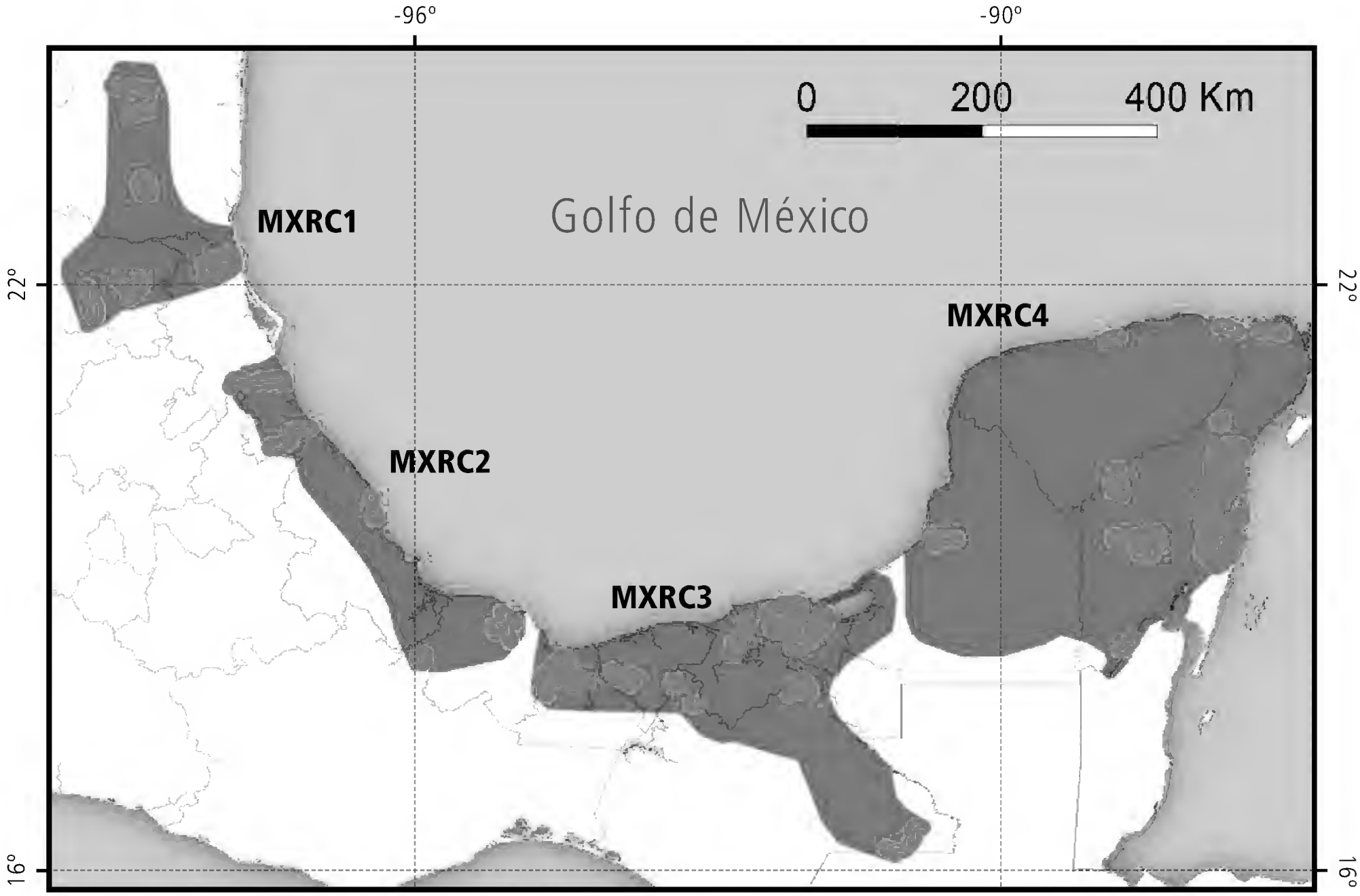


Figura 1.1. Diseño geográfico del muestreo para el monitoreo del cocodrilo de pantano en México. Polígonos verdes= MXRC1, MXRC2, MXRC3 y MXRC4. Polígonos magenta = unidades de monitoreo. Trazos en amarillo = Rutas (Detalles en el Cuadro 1.2). Fuente: CONABIO, 2010.

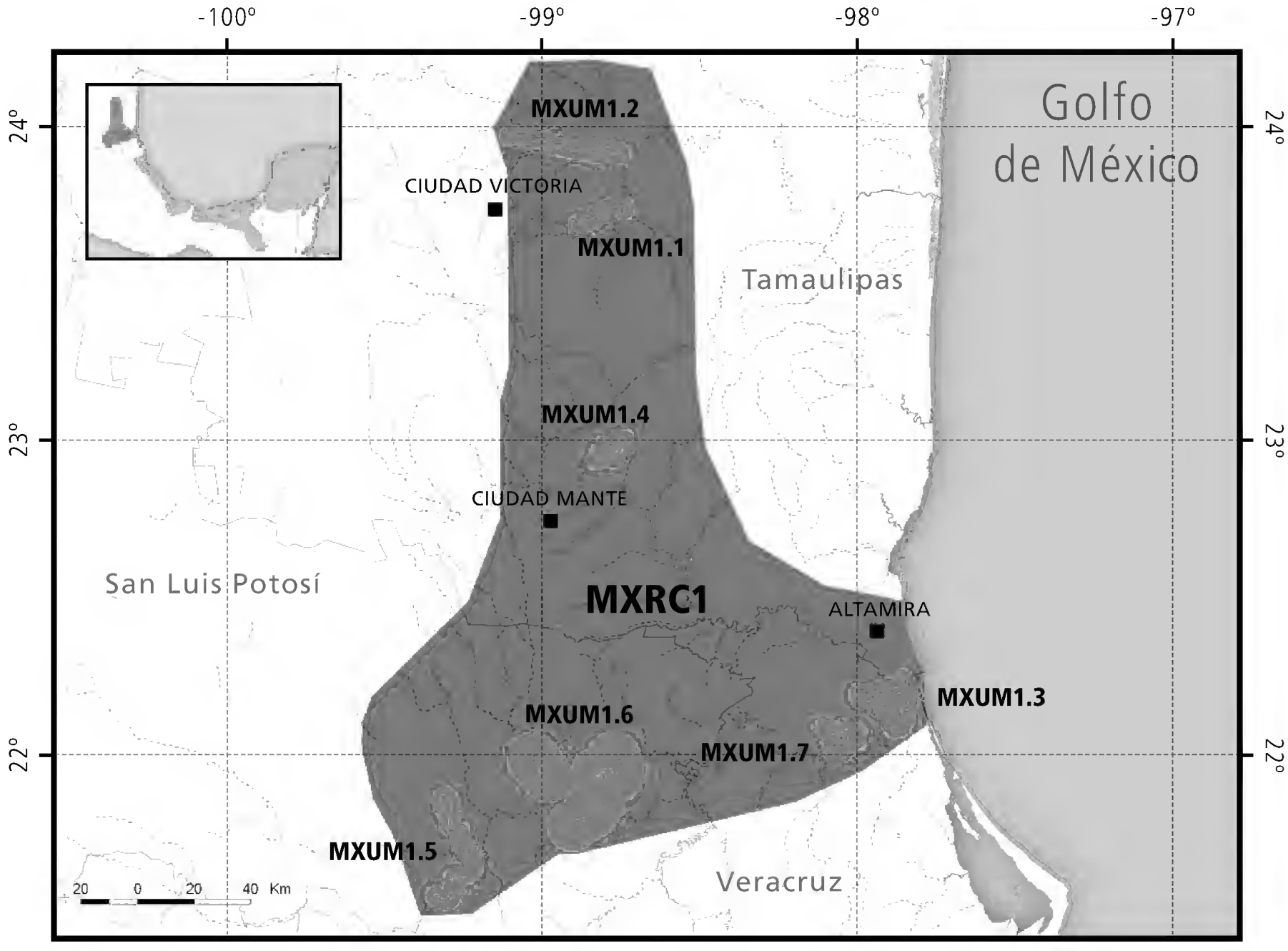


Figura 1.2. Unidades de Monitoreo (polígonos en magenta) y Rutas (trazos en amarillo) en la Región de Coordinación 1 en México (MXRC1). MXUM1.1=Villa de Casas, MXUM1.2=Río Corona, MXUM1.3=Laguna El Carpintero-Altamira-Río Carrizal, MXUM1.4=Dique El Tecolote, MXUM1.5=Ciénega de Cabezas, MXUM1.6=Río Valles, MXUM1.7=Río Pánuco (detalles en el Cuadro 1.2). Fuente: CONABIO, 2010.

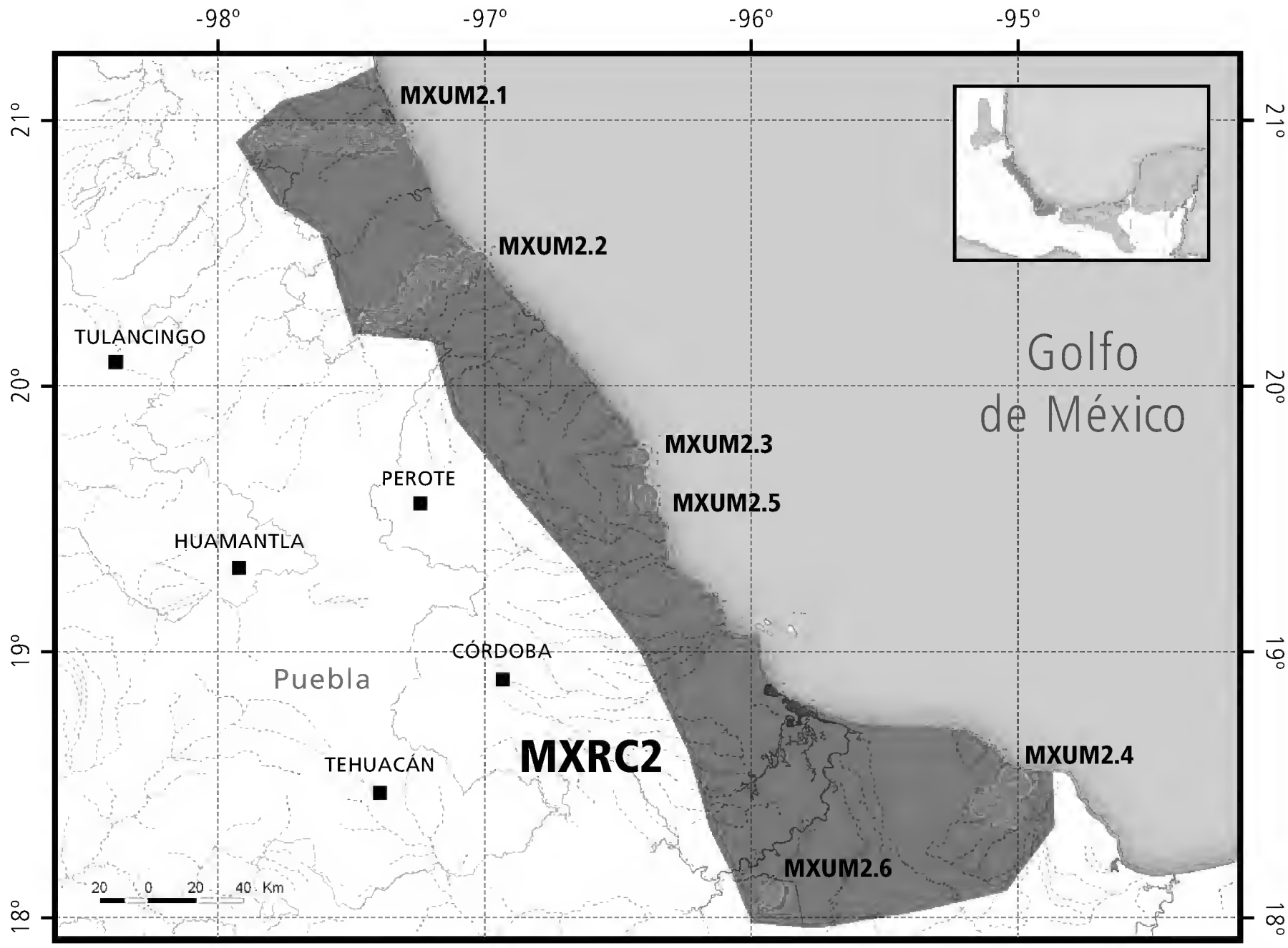


Figura 1.3. Unidades de Monitoreo (polígonos en magenta) y Rutas (trazos en amarillo) en la Región de Coordinación 2 en México (MXRC2). MXUM2.1=Río Tuxpan-Bahía de Cochinos, MXUM2.2=Río Tecolutla, MXUM2.3=Laguna Verde, MXUM2.4=Los Tuxtlas, MXUM2.5=Laguna La Mancha, MXUM2.6=Lago Santa Virginia (detalles en el Cuadro 1.2). Fuente: CONABIO, 2010.

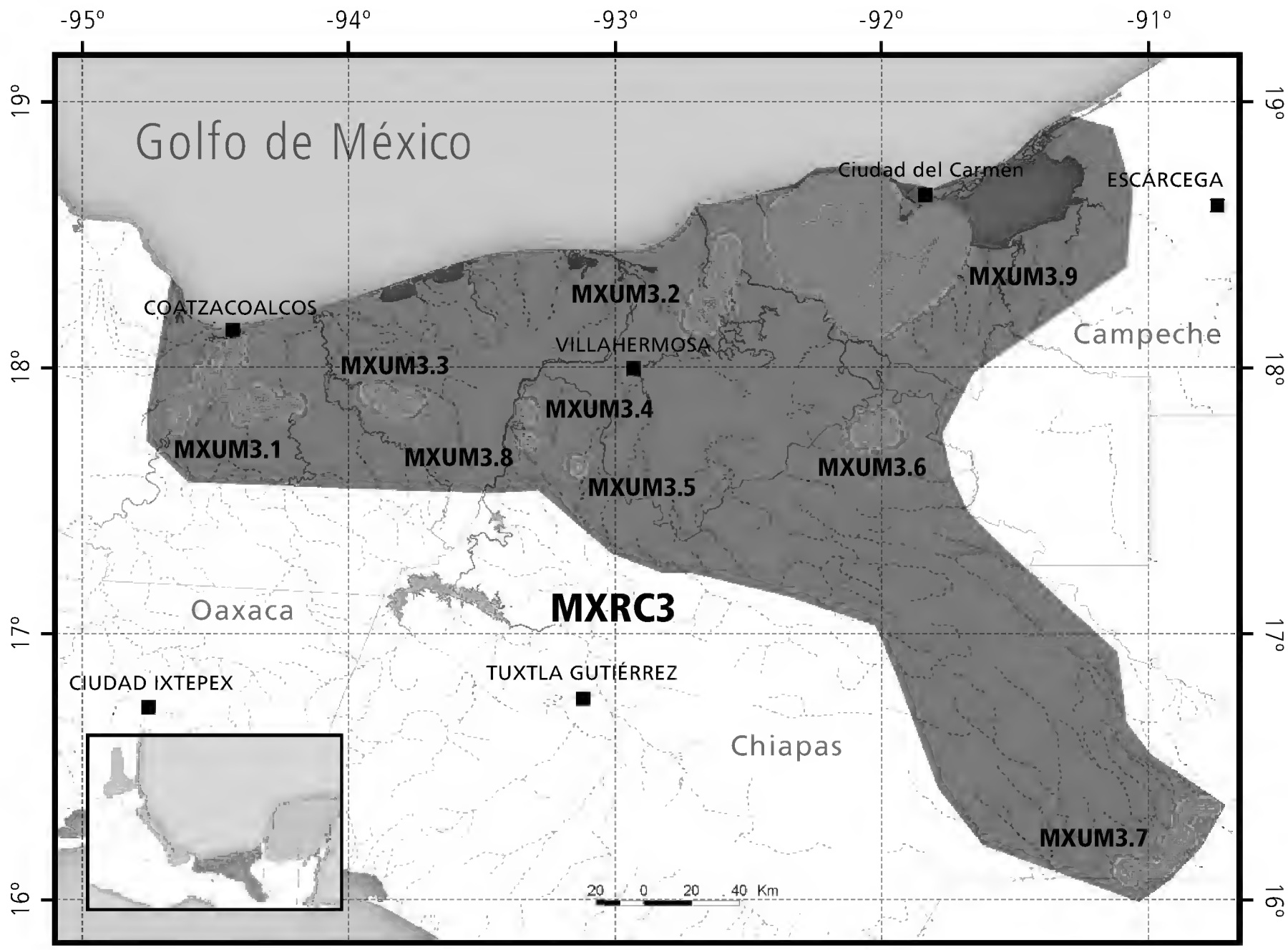


Figura 1.4. Unidades de Monitoreo (polígonos en magenta) y Rutas (trazos en amarillo) en la Región de Coordinación 3 en México (MXRC3). MXUM3.1=Río Coatzacoalcos-Minatitlán, MXUM3.2=RBPC, MXUM3.3=El Rosario, MXUM3.4=ElCaracol, MXUM3.5=Arroyo San Vicente, MXUM3.6=Catazajá, MXUM3.7=Sistema Río Lacantún, MXUM3.8=Lago El Agucate, MXUM3.9=Laguna de Términos (detalles en el Cuadro 1.2). Fuente: CONABIO, 2010.

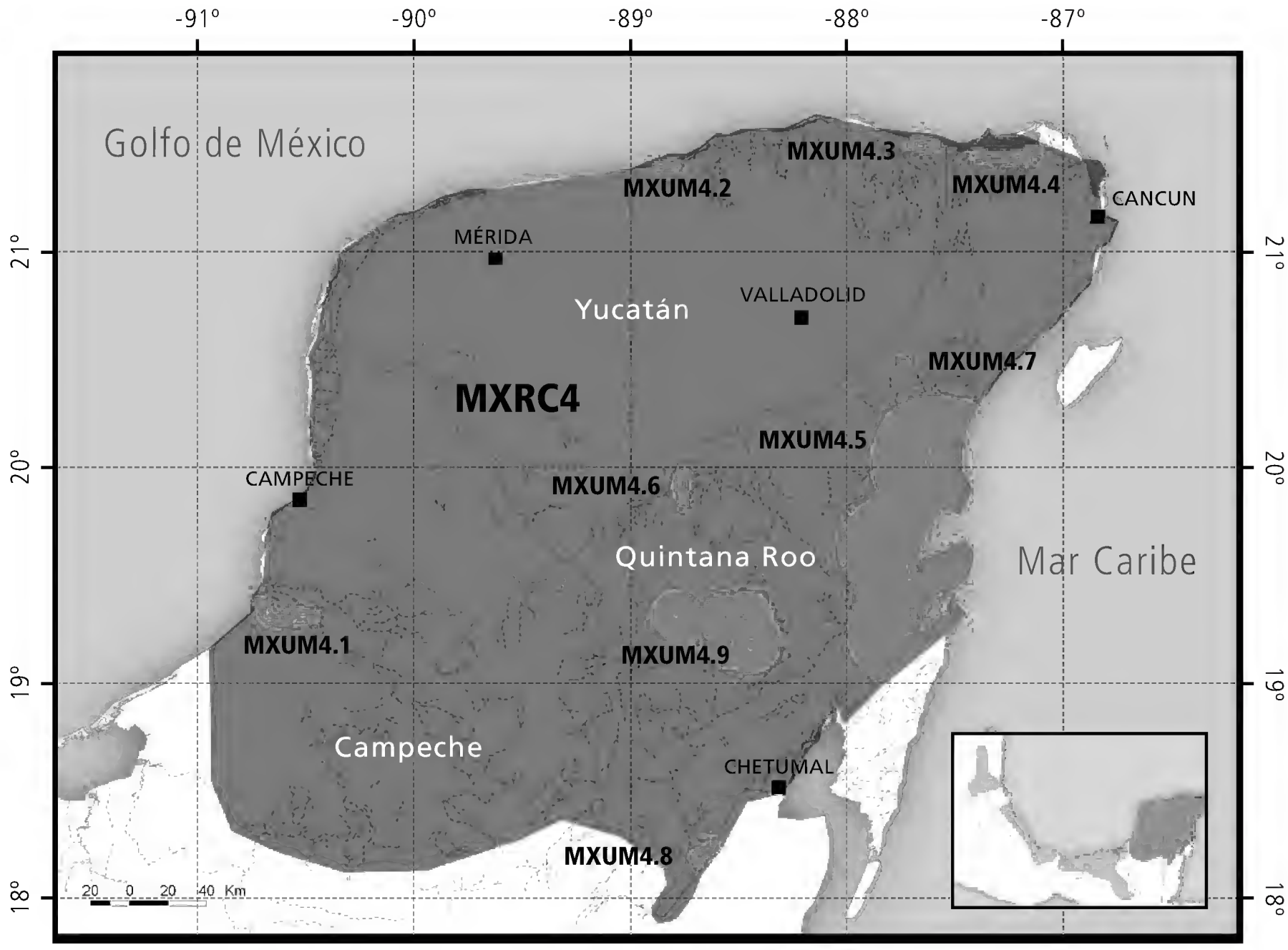


Figura 1.5. Unidades de Monitoreo (polígonos en magenta) y Rutas (trazos en amarillo) en la Región de Coordinación 4 en México (MXRC4). MXUM4.1=Río Champotón, MXUM4.2=Dzilam de Bravo, MXUM4.3=Ría Lagartos, MXUM4.4=Yum Balam-Yalahau, MXUM4.5=Muyil-Chunyaxché, MXUM4.6=Chichancanab, MXUM4.7=Sistema Lagunar Cobá, MXUM4.8=Río Hondo, MXUM4.9=Bala'an K'aax (detalles en el Cuadro 1.2). Fuente: CONABIO, 2010.

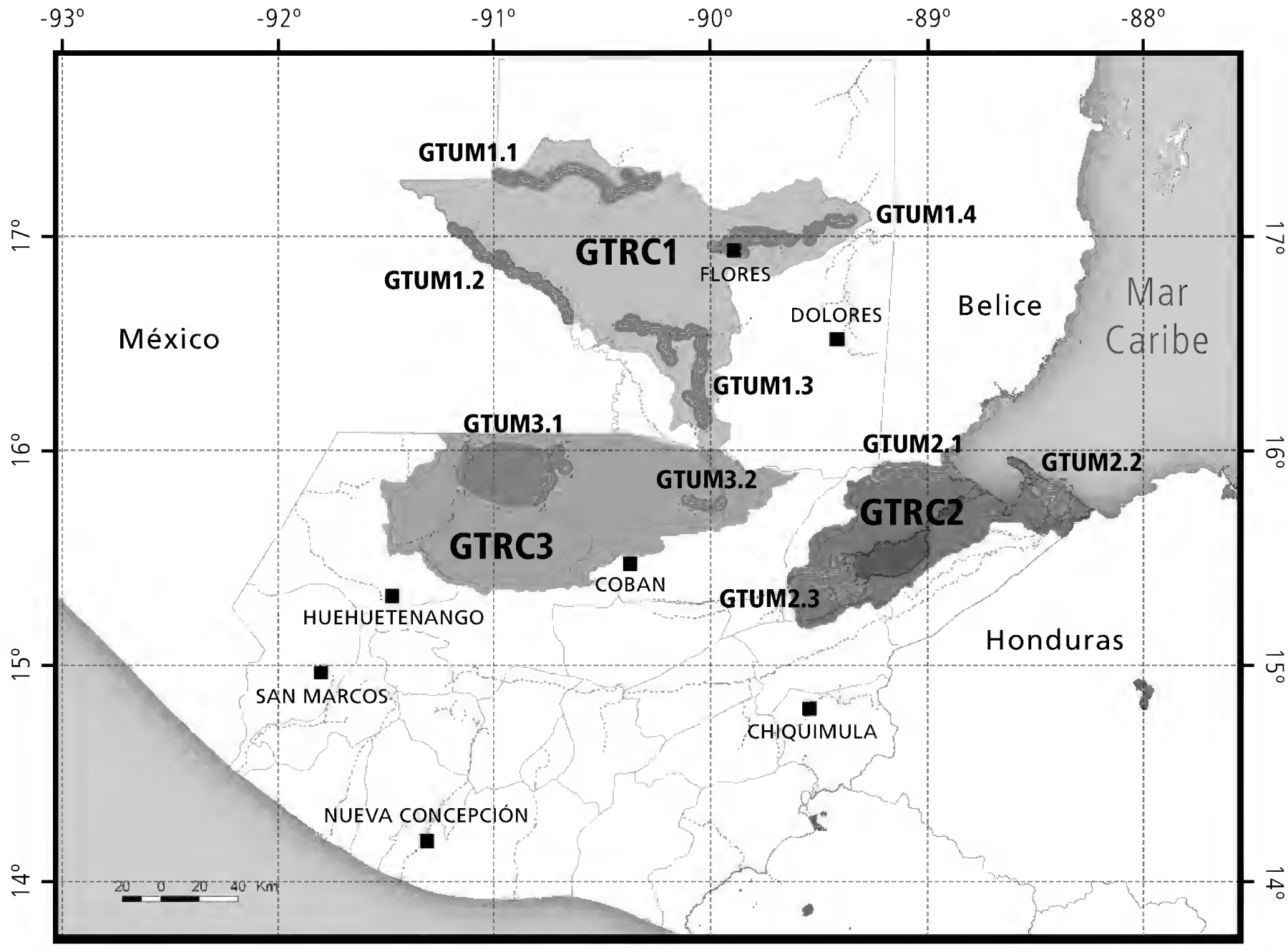


Figura 1.6. Diseño geográfico del monitoreo en Guatemala (detalles en Cuadro 1.3). GTRC1=lila, GTRC2=verde, GTRC3=naranja. GTUM1.1=Río San Pedro-Laguna del Tigre, GTUM1.2=Río Usumacinta, GTUM1.3=La Pasión-Petexbatun, GTUM1.4=Laguna Zona Central de Peten, GTUM2.1=Río Sarstun, GTUM2.2=San Francisco del Mar, GTUM2.3=Bocas del Polochic, GTUM3.1=Lachua-Chixoy, GTUM3.2=Seguapinol. Fuente: CONAP, 2010.

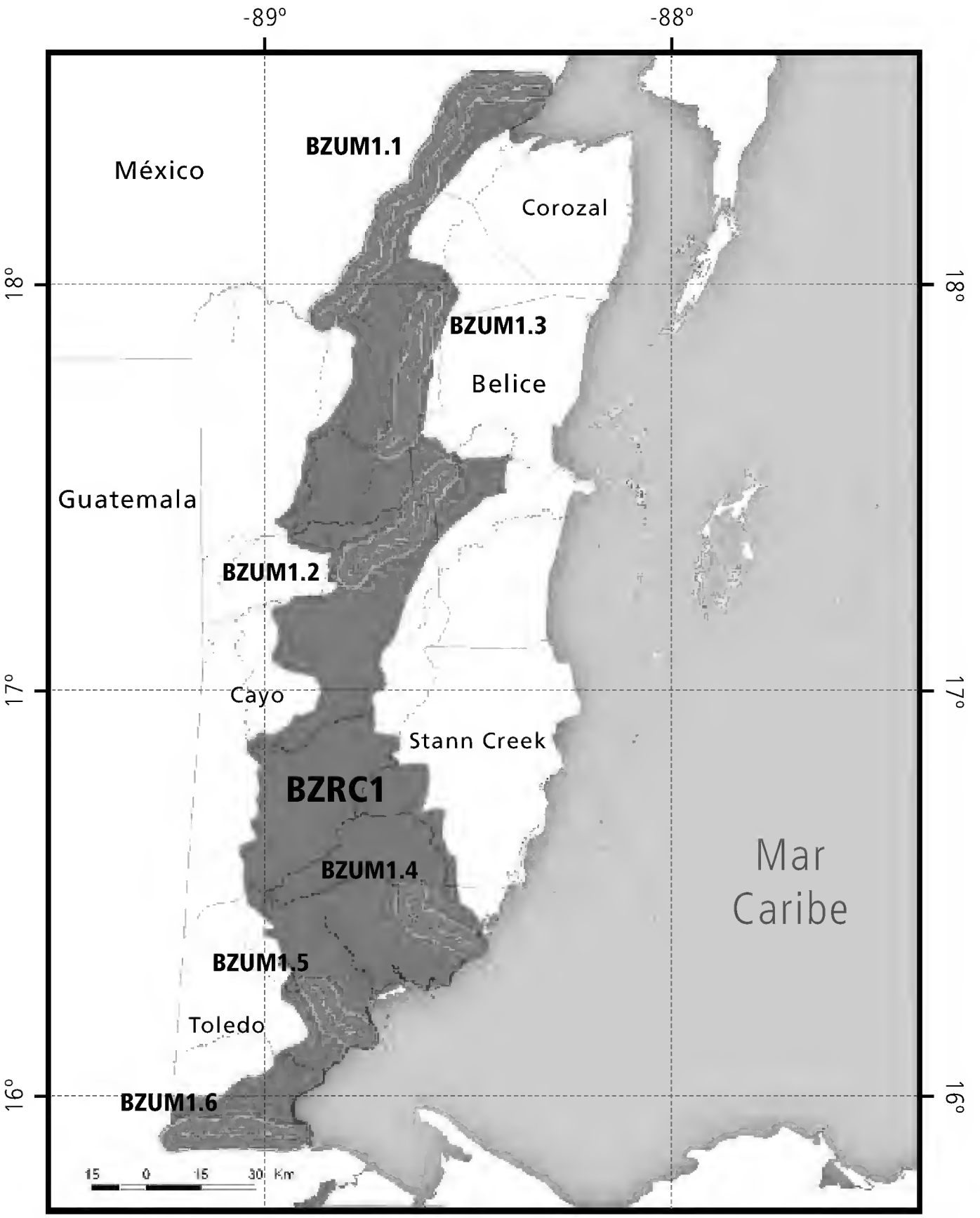


Figura 1.7. Diseño geográfico del monitoreo en Belice (detalles en Cuadro 1.4). BZUM1.1=Rio Hondo, BZUM1.2=Belize River Watershed, BZUM1.3=New River Watershed, BZUM1.4=Monkey River, BZUM1.5=Rio Grande, BZUM1.6=Rio Sarstoon. Fuente: BERDS, 2010.

2 Periodicidad de los muestreos

Óscar Sánchez */ Biólogo de vida silvestre, México. teotenango@yahoo.com*

Tomando en consideración la información que hay sobre la historia natural de los cocodrilos, se sabe que tardan varios años en alcanzar la madurez, por lo que no se puede esperar que el monitoreo rinda resultados en lapsos menores a los 5 - 7 años. Lo anterior es importante, especialmente si lo que se desea es conocer variaciones en aspectos como tasas de encuentro a lo largo de las rutas o cambios en la composición de la población por grupos de edad. Por el contrario, de acuerdo con una estimación *a priori* hecha durante el Taller Trinacional de 2010, es posible esperar que, en un lapso igual o mayor a los 5 - 7 años, se detecten variaciones de aproximadamente 5%.

Durante dicho taller y considerando las características y objetivos del presente programa de monitoreo, se acordó efectuar los muestreos anualmente durante los primeros cinco años y, a partir de entonces, mantenerlos con periodicidad mínima de una vez cada dos años.

Con el fin de que los resultados de las distintas Rutas sean comparables entre sí, se iniciarán los muestreos de manera casi simultánea en todas las Unidades de Monitoreo; al menos debe ser en la misma época del año: al inicio de la temporada de sequía. El punto importante a considerar es que el nivel de profundidad de las aguas sea el menor, lo que obliga a los cocodrilos a concentrarse más que en la época lluviosa. También se deben tomar en cuenta las ligeras diferencias de calendario meteorológico entre regiones y el calendario

reproductivo de los cocodrilos entre regiones (por ejemplo la temporada de secas inicia en fechas diferentes en el extremo norte y en el extremo sur de la distribución de la especie). Si los muestreos inician al principio de la misma época del año, es posible que se logre tener un mínimo de uniformidad entre regiones. Una vez decidida la fecha de inicio del muestreo en cada una de las Unidades de Monitoreo, las distintas rutas deben muestrearse en la misma secuencia, año tras año.

También se recomienda iniciar el muestreo en cada Unidad de Monitoreo, justo antes de la época en que se sabe que los cocodrilos ponen los huevos en la temporada seca. Debe procurarse que los recorridos para registro de avistamientos y capturas se hagan en la oscuridad, preferentemente cerca de la luna nueva, y, hasta donde sea posible, en condiciones meteorológicas similares entre muestreos.

Para cada Unidad de Monitoreo debe planearse con anticipación, no solamente en qué secuencia se muestrearán las distintas Rutas, sino también en qué secuencia se desarrollarán los distintos tipos de muestreo para cada una, es decir, la evaluación y monitoreo de hábitat (EMH), detección visual nocturna (DVN), marcaje y recaptura de ejemplares (MRE), y ubicación y seguimiento de nidos (USN), cuyos métodos detallados se describirán más adelante.

Con el apoyo del presente Manual se espera que cada Región de Coordinación produzca, oportunamente, un calendario de muestreo para las Unidades de Monitoreo que le corresponden. Este calendario consistirá de un cronograma de actividades con fechas, tiempos y secuencia de aplicación de los diferentes métodos de muestreo. Se debe

procurar trabajar de manera intensiva, con el fin de que el lapso total de trabajo no sea demasiado largo. Si no se hace de esta forma, las condiciones entre la primera y la última ruta muestreadas, serán diferentes de manera considerable. Este tipo de planeación y otras relacionadas con la logística y coordinación serán abordadas en la Fase II de implementación del programa de monitoreo.

3 Método de Evaluación y Monitoreo del Hábitat (EMH)

Gabriel Barrios-Quiroz y Gustavo Casas-Andreu
Universidad Nacional Autónoma de México,
Instituto de Biología, Departamento de Zoología,
Laboratorio de Herpetología. 3er circuito ext. s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán D. F. 04360.
gabrielb@ibiologia.unam.mx; gcasas@ibiologia.unam.mx

3.1. Introducción

El hábitat se ha definido como el conjunto de factores del entorno que satisfacen las necesidades medioambientales de los seres vivos para sobrevivir, desarrollarse y reproducirse, entre las que se encuentran, alimento, agua y espacio (Trefethen, 1964; Morrison *et al*., 1998). Dentro de un programa de monitoreo de especies silvestres, el hábitat se evalúa para conocer si las condiciones del área son las adecuadas para mantener en buen estado a las poblaciones locales. Esto permite hacer comparaciones a distintas escalas espaciales y temporales y relacionarlas con las tasas de supervivencia y reproducción de las especies de interés (Van Horne, 1983).

Para los cocodrilos, como para la mayoría de las especies vegetales y animales, la destrucción del hábitat natural ha sido una de las principales causas de la pérdida o disminución de sus poblaciones. Entre las principales causas de la pérdida de hábitat se encuentran el rápido crecimiento de las poblaciones humanas y los cambios drásticos en el clima, lo que es evidente en muchos lugares de las costas de México. Esto hace evidente la importancia del hábitat natural para la permanencia de los cocodrilos, y las formas a veces poco visibles en que su alteración puede afectarlos profundamente;

asimismo, destaca la importancia de evaluarlo y monitorearlo. Desde esta perspectiva, la evaluación y el monitoreo del hábitat de los cocodrilos es importante y tiene que ser coherente con otros objetivos de seguimiento y análisis, en el presente caso, para la conservación de *Crocodylus moreletii*.

Uno de los factores que hay que considerar como parte del hábitat son las distintas coberturas. La cobertura térmica consiste en áreas rodeadas de vegetación arbustiva que los animales utilizan para la reproducción y en donde los cambios de temperatura no son bruscos. Otro tipo de cobertura es la de escape, que consiste en senderos creados por los organismos y que utilizan en cuanto presienten peligro o vías por las que pueden buscar hábitats más adecuados. Específicamente para el caso de los cocodrilos, el área de cobertura es importante ya que puede proporcionar zonas de apareamiento, reproducción, alimentación, rutas de escape o relacionadas con otros movimientos. Estos sitios, además, pueden representar un espacio donde se pueden comunicar o interactuar con otros grupos de cocodrilos (Bailey, 1984).

El hábitat de *C. moreletii* se ha descrito en forma muy general, y se considera que, primordialmente, es un habitante de cuerpos de agua dulce. Los hábitats que ocupa son sitios como pantanos, estanques o humedales, arroyos, ciénegas, lagunas, ríos de corriente lenta y algunas veces, se han visto en ríos caudalosos. Lo más frecuente es encontrar a esta especie en aguas poco profundas, con poca corriente o estancadas, que pueden ser claras o turbias, y tener abundante vegetación acuática enraizada o flotante (Casas-Andreu, 2002). En México el hábitat compatible con las necesidades de *C. moreletii* se encuentra en la porción

tropical de la costa del Golfo de México y del Mar Caribe, hasta altitudes de posiblemente 500 m, en lugares con temperatura media anual entre los 26° y los 28°C, con una temperatura mínima media anual de 18°C, y en sitios en donde no hay heladas. La precipitación media anual de los lugares en que viven estos cocodrilos varía entre 600 y 4000 mm.

En los últimos años también se ha registrado la existencia de ciertas poblaciones en aguas salobres en la costa de Belice, con salinidades de hasta de 22.0 ppt (Platt y Thorbjarnarson, 2000). Cedeño *et al.* (2006), compararon la salinidad de agua en el hábitat de *C. moreletii* y *C. acutus* en el sureste de Quintana Roo, en donde ambas especies habitan en forma simpátrica, y encontraron que *C. moreletii* prefiere los hábitats de agua dulce, con salinidades entre 1 y 4 ppt.

Para la evaluación integral del hábitat de cocodrilos es importante considerar los tipos de cuerpos de agua (geoformas) y los principales tipos de vegetación. También es importante dar seguimiento a la presencia, aumento o disminución del hábitat modificado o perturbado (Ó. Sánchez, com. pers., 2010). Respecto al hábitat de *C. moreletii*, los suelos están relacionados con los tipos de vegetación y en general pueden variar en función del sitio geográfico de que se trate y de la cercanía a la costa. Así, es posible encontrar cocodrilos de pantano en áreas con vegetación de duna costera, manglar, selva mediana, selva baja caducifolia, vegetación subacuática, y hasta en pastizales y selvas bajas inundables. En sitios ubicados tierra adentro, en la planicie costera, suelen habitar en sitios dominados por tulares, popales, palmares, selvas bajas subperennifolias o selvas perennifolias e inundables, en donde también es notoria la presencia de vegetación flotante.

Los componentes básicos de la evaluación y monitoreo del hábitat para *C. moreletii* serán tres: a) los tipos de cuerpos de agua presentes en cada Ruta, b) los tipos de hábitat o vegetación, y c) la presencia de actividades humanas. Con base en estos indicadores se espera obtener una buena idea del tipo, estado y tendencias del ambiente en cada Ruta.

3.2. Descripción del Método y llenado del Formato de Evaluación y Monitoreo del Hábitat

La evaluación de hábitat se efectuará anualmente, de manera paralela a los demás métodos de monitoreo enfocados a las poblaciones de *C. morelettii*. Durante el Taller Trinacional México-Guatemala-Belice de 2010, se decidió sistematizar la captura de información con respecto al hábitat en el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, con tal fin se preparó un formulario especial denominado Formato EMH, que resume los datos de mayor importancia en este tema.

Antes de iniciar el recorrido, se tomarán los datos preliminares relativos al nombre de la Región de Coordinación (RC), la Unidad de Monitoreo (UM), la Ruta de muestreo (R) y, si una ruta estuviera dividida, el Sitio (S), la Clave de Sitio (ver cuadros del capítulo sobre Diseño Geográfico), subdivisión política (p.e. Estado, Municipio), fecha y participantes. También el *Datum* y las coordenadas de inicio y fin del recorrido. Es importante especificar el *Datum* utilizado, ya que indica el punto de referencia que se utilizó para generar las coordenadas obtenidas.

En el Formato EMH, los cuerpos de agua (geoformas) se han dividido en ocho tipos, y el hábitat (que para fines prácticos de este monitoreo

se usa indistintamente como vegetación) se ha dividido en 12 tipos fácilmente reconocibles, así como un apartado en donde se registran modificaciones a este último. Se espera que con el formato, al cubrir toda el área de distribución de *C. moreletii* por Rutas, se pueda resumir cada una de ellas en términos de la composición general del hábitat y así se facilite darle seguimiento a lo largo del tiempo. La descripción de cada uno de los tipos de hábitat ovegetación y de los cuerpos de agua (geoformas) está disponible en el glosario al final de este capítulo y corresponde a los datos a levantar mediante el Formato EMH: Evaluación y Monitoreo de Hábitat (ver **Cuadro 3.1**).

Es necesario hacer énfasis en que para realizar los diferentes muestreos se identificarán los tipos de vegetación dominantes a lo largo de cada Sitio/Ruta, y que se debe resumir el porcentaje del recorrido que está ocupado por cada tipo general de vegetación. Lo anterior implica efectuar el recorrido de cada Ruta durante el día, de manera que puedan observarse con suficiente certeza las características del hábitat en todo el Sitio/Ruta.

También es importante señalar que no se trata de hacer una descripción exhaustiva de la vegetación de un solo punto, sino de evaluar la composición general del hábitat dentro de la Ruta y, en caso de una Ruta con varios Sitios, se trata de evaluar el hábitat en toda la longitud de estos. Para ello, se recomienda enfáticamente llenar el Formato EMH al final del recorrido, de manera que el observador pueda resumir lo visto a lo largo del viaje respetando las categorías de información que ofrece el Formato. De ser posible, se sugiere que el mismo observador realice las evaluaciones periódicas del hábitat para las mismas rutas.

Cuando existan dudas sobre el tipo general de vegetación presente en algún tramo del recorrido, se recomienda que los responsables del muestreo tomen fotografías de la vegetación y que las remitan a la CONABIO junto con sus coordenadas GPS. Para ello, las fotografías deberán rotularse utilizando la clave de sitio, la fecha y un número consecutivo para las diferentes fotos del tipo de vegetación que se quiere identificar (por ejemplo MX1.2.3.4-15Ene2011-1.jpg, MX1.2.3.4-15Ene2011-2.jpg, etc.). A su vez, la CONABIO consultará a especialistas en la materia para su correcta determinación. En tales casos debe anotarse el porcentaje aproximado de la longitud del recorrido que ocupa el tipo de vegetación que no se pudo caracterizar para así, una vez determinado, verter el dato en el Formato correspondiente a ese recorrido.

En casos de duda extrema sobre el tipo de vegetación de un sitio, es conveniente colectar material botánico de las especies visualmente dominantes. Con el fin de realizar esta labor es importante contar con los permisos correspondientes.

La identidad de los ejemplares de plantas colectadas, prensadas y secas, se hará en el laboratorio o con ayuda de botánicos y hasta entonces se podrá caracterizar la vegetación de dicho sitio, refiriendo el dato al Formato EMH, considerando las categorías que éste contiene.

Un aspecto adicional del hábitat de los cocodrilos es cómo pueden interferir las distintas actividades humanas con las de los cocodrilos. Para ello, en el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala se ha previsto identificar la presencia de

algunas de las más importantes como son: pesca, ganadería, agricultura, cacería, industria, turismo y asentamientos humanos. Por la naturaleza del trabajo de monitoreo, por ahora no es necesario documentar más detalle que la presencia de cualquiera de esas actividades a lo largo del recorrido. El Formato EMH incluye esas categorías y la posibilidad de elegir cuál de ellas es la más prominente en la Ruta recorrida. Además, el Formato incluye la opción de señalar la presencia de algún tipo de contaminación ostensible, que pueda significar riesgo para la existencia de la población local de cocodrilos.

El **ANEXO 1** incluye el equipo y los materiales de uso más frecuente para esta actividad, sin embargo, no es limitativa y permite la adición ó exclusión de aquellos otros que cada Región de Coordinación requiera, según sus condiciones específicas.

Cuadro 3.1. Formato EMH: Evaluación y Monitoreo del Hábitat para el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)* México-Belice-Guatemala.

Formato EMH: Muestreo de evaluación y monitoreo de hábitat

(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)

Región de Coordinación (RC) _____

Unidad de Monitoreo (UM) _____

Ruta (R) _____

Sitio (S): _____ Clave de Sitio: _____

Subdivisión política (p.e. estado, municipio): _____

Año: _____ Mes: _____ Día: _____

Participantes (iniciales y apellido): _____

Datum: NAD27 ( ) ó WGS84 ( )

Coordenadas GPS Inicio Latitud	°	´	"
Coordenadas GPS Inicio Longitud	°	´	"
Coordenadas GPS Final Latitud	°	´	"
Coordenadas GPS Final Longitud	°	´	"
Distancia recorrida			km

Cuerpo de agua	Marque sólo una con Si	Hábitat	(%)	Activ. humana	(Sí)
Laguna costera		Manglar		Pesca	
Estero		Tular		Ganadería	
Canal		Popal		Agricultura	
Arroyo		Lirial		Cacería	
Río		Nenufaral		Industria	

Cuerpo de agua	Marque sólo una con Si	Hábitat	(%)	Activ. humana	(Si)
Lago		Carrizal		Turismo	
Presa		Tasistal		Asentamiento humano	
Ciénega, aguada, poza, jagüey		Pastizal, Zacatal		Otra	(*)
Otro	(*)	Lechugal			
		Galería			
		Otra vegetación acuática			
		Modificado			
		Otro	(*)		

• Actividad humana predominante en el Sitio (una de las categorías de la tabla): _____

• Califique, en una escala de 0 a 10 puntos (cero, malo; diez, bueno), el estado aparente de conservación de la vegetación natural a lo largo del recorrido: _____ puntos.

• Indique si a lo largo del recorrido se detectó contaminación ostensible del agua, en forma visual u olfativa especificando (por ejemplo: drenaje, hidrocarburos u otros químicos, basura u otros): _____

_____

_____

Nombre y firma de quien llenó el formato: _____

Notas: _____

_____

_____

- La Clave de Sitio puede consultarse en el capítulo de Diseño Geográfico del Manual de Procedimientos.
- Marcar el Datum utilizado con una **X**.
- Marcar Sí para el tipo de cuerpo de agua que mejor describa el Sitio.
- Se puede marcar más de una categoría para los datos de vegetación, indicando en la línea el porcentaje estimado de cada una de los tipos marcados (ejemplo: Tular 20% lirial 80%).
- En los datos de actividades humanas puede marcarse más de una categoría, sólo con **Si**.
- (*) Si es un tipo no incluido en la tabla, dele un nombre.

3.3. Recomendaciones sobre seguridad

Al evaluar y monitorear el hábitat de cocodrilos es necesario establecer comunicación con la población local y aprovechar su experiencia en la ubicación de sitios representativos a lo largo de una Ruta dada. En grandes extensiones es aconsejable la compañía de guías del lugar, manuales y guías de identificación de campo.

Asimismo, deben observarse las normas básicas de seguridad náutica, como son la revisión del estado de la embarcación y sus insumos de operación, experiencia de los motoristas, uso de chalecos salvavidas y otras.

Algunas recomendaciones generales de seguridad, en relación con el trabajo con cocodrilos y su hábitat, se presentan en el **ANEXO 4**.

3.4. Glosario

A efecto de facilitar el uso del Formato EMH (evaluación y monitoreo de hábitat), se describen a continuación los tipos de cuerpos de agua y vegetación o hábitat en donde pueden vivir los cocodrilos de pantano:

Geoformas: Tipos de cuerpos de agua a considerar para el llenado del Formato EMH

Arroyo – Corriente natural de agua que normalmente fluye de manera continua pero que a diferencia de un río, su caudal es escaso y puede incluso desaparecer durante el estiaje. Los arroyos pueden desembocar en el mar, en un lago o en otro río (**Figura 3.1**).

Figura 3.1. Arroyo en Ciénega de Cabezas, San Luís Potosí, México.
Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Canal – Vía de agua hecha por el hombre, que normalmente conecta lagos, ríos u océanos (**Figura 3.2**).

Figura 3.2. Canal construido para encierro de *C. moreletii* en San Luís Potosí, México.
Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Ciénega – Cuerpo de agua cuya circulación varía en dos estaciones inversas. Durante los periodos lluviosos el agua circula del río hacia el cuerpo de agua y, durante el periodo de sequía el agua se mueve del cuerpo de agua hacia el río. Son tierras bajas que están saturadas de humedad y que generalmente están cubiertas por vegetación hidrófila (**Figura 3.3**).

Figura 3.3. Vista general de Ciénega de Cabezas, San Luís Potosí. Nótese la vegetación de tasistal en la parte baja de la imagen.
Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Estuario – Cuerpo de agua semicerrado que tiene comunicación permanente con el mar y que cuenta con un aporte continuo de agua dulce. Generalmente la orientación de su eje principal es perpendicular a la costa (contraria a la que presentan las lagunas costeras [véase laguna costera.]). Usualmente, se asocian a ríos antiguos o sus deltas. Su principal característica es la mezcla de agua marina y dulce (**Figura 3.4**).

Figura 3.4. Las Coloradas, Tizumin, Yucatán, México.
Foto: Efraín Hernández Xolocotzi

Lago – Cuerpo de agua dulce o salada, más o menos extenso que se encuentra alejada del mar. Generalmente se asocian a un origen glaciar (**Figura 3.5**).

Figura 3.5. Lago en Catemaco, Veracruz, México.
Fotografía: María del Carmen García Domínguez

Laguna costera – Cuerpo de agua litoral con una o más bocas efímeras o permanentes. Una laguna costera está separada del mar por algún tipo de barrera y tiene condiciones de tipo estuarino; esto es, con mezcla de dos tipos de agua: la proveniente del océano y la de los ríos (aunque puede variar desde totalmente marina a completamente de agua dulce). Usualmente su eje principal es paralelo a la costa. Sus principales características ecológicas son el resultado, en primera instancia, de efectos hidrológicos con marcadas variaciones tanto espaciales como estaciónales (**Figura 3.6**).

Figura 3.6. Laguna Escondida, Veracruz, México.
Fotografía: María del Carmen García Domínguez

Presa – Barrera fabricada con piedra hormigón o materiales sueltos que se construye habitualmente en una cerrada o desfiladero sobre un río o arroyo (**Figura 3.7**).

Figura 3.7. Presa Manuel Moreno Torres "Chicoasén" Estado de Chiapas.
Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Río – Corriente natural de agua que fluye de manera continua. Posee un caudal determinado dependiendo de la época del año. Puede desembocar en el mar, en un lago o en otro río (**Figura 3.8**).

Figura 3.8. Río Lacantún en Chiapas, México.
Fotografía: Edmundo Huerta Patricio

Vegetación: Tipos de hábitat a considerar para el llenado del Formato EMH

Carrizal – Comunidad vegetal dominada por gramíneas de gran porte y envergadura, con tallos leñosos también conocidos como cañas. Las gramíneas dominantes tienen hojas lanceoladas, con raíces poco profundas y floración en forma de "plumero" o panoja. Habitual de humedales, (riveras, lagunas y marismas), soporta altas tasas de salinidad en el agua y crea el hábitat perfecto para muchas especies de aves, reptiles e insectos (**Figura 3.9**).

Figura 3.9. Vegetación de Carrizal-Lirios en Ciénega de Cabezas, San Luís Potosí, México.
Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Galería – Vegetación riparia (crece a las orillas de los ríos) que sobrevive fundamentalmente por la humedad del suelo (**Figura 3.10**).

Figura 3.10. Vegetación de Galería en Balamkú, Campeche, México.
Fotografía: Miguel Ángel Sicilia

Lechugal – Comunidad de *Pistia stratiotes*, conocida comúnmente como lechuga de agua. Son plantas flotantes con raíces que cuelgan sumergidas (**Figura 3.11**).

Figura 3.11. Lechuga de agua en Pantanos de Centla, Tabasco, México.
Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Lirial – Comunidad de plantas perennes de hojas flotantes, provistas de bulbos, con tallo erecto, a veces también robusto, a menudo manchado o coloreado de tonalidades oscuras y frecuentemente provisto de pequeños bulbos situados en la axila de las hojas (**Figura 3.12**).

Figura 3.12. Lirial en el Lago de Catemaco, Veracruz, México.
Fotografía: Alejandro Villegas

Manglar – Comunidades o bosques de árboles y arbustos que viven a la orilla del mar en regiones tropicales. Sobreviven a diferentes salinidades, en donde predominan una o más de las especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) o mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Los manglares proveen gran cantidad de materia orgánica al ecosistema, como detritos. Estos detritos están constituidos principalmente por restos de hojas que son descompuestas por bacterias y hongos. Este material enriquecido sirve de alimento a los juveniles de camarón, peces y gran diversidad de organismos (De la Lanza *et al*., 1991) (**Figura 3.13**).

Figura 3.13. Vegetación de Manglar (Rizophora mangle) en río Paliza, Ciudad del Carmen Campeche, México. Fotografía: Gabriel Barrios Quiroz

Nenufaral – Extensión con plantas acuáticas con flores. Estas plantas crecen en lagos, lagunas, charcas, pantanos o arroyos de corriente lenta y, usualmente, están enraizadas en el fondo. Los *nenúfares* pertenecen a las familias Nymphaeaceae, Cabombaceae y Nelumbonaceae. Las hojas y las flores pueden estar sumergidas, flotando o emergidas, dependiendo de la especie (**Figura 3.14**).

Figura 3.14. Nenúfar en primer plano (*Nymphaea sp*), Ciénega de Cabezas, San Luís Potosí, México. Foto: Gabriel Barrios Quiroz

Pastizal o Zacatal – Vegetación dominada por pastos y que puede ser de los siguientes tipos: gipsófilo, halófilo, inducido, natural y pastizal-huizachal; también hay pastizales que son inducidos o cultivados (**Figura 3.15**).

Figura 3.15. Pastizal natural, Municipio Progreso, Yucatán, México.
Fotografía: Pedro G. Díaz Maeda

Popal – Hierbas acuáticas de las cuales solo se observa el rizoma durante la estación seca. Son platas pueden llegar hasta los 3 m de altura; el tallo carece de ramificaciones y la mayoría de las hojas son básales y de forma variable. Las flores están dispuestas en pares, y el fruto es casi esférico, de paredes delgadas. Es común en terrenos bajos e inundados en aguas poco profundas o en áreas pantanosas y soleadas (**Figura 3.16**).

Figura 3.16. Popal de *Pontederia sagittata* en Jamiltepec, Oaxaca.
Foto: Pedro Ramírez-García

Tasistal – Esta asociación vegetal también se conoce como palmar inundable. Crece en franjas formadas alrededor de otros humedales y en el interior de sabanas inundables. Las palmas miden de 2 a 5 m de altura, aunque pueden alcanzar los 8 m. Los suelos pueden ser salinos, con altos porcentajes de materia orgánica. En la época de inundación el agua llega a tener hasta 1.5 m de profundidad. Las especies que se reportan en estos sistemas son. *Acoelorrhaphe wrightii* y otras asociadas como *Annona glabra, Bactris balanoidea, Dahlbergia glabra* y *Haematoxylum campechianum*. Otra comunidad similar de palmas está formada por la palma *Roystonea dunlapiana*, conocida como palma de agua o yagua. Alcanza los 15 a 20 m de altura y con frecuencia se encuentra detrás del manglar, donde el agua ya no es salobre y el suelo es plano, arcilloso e inundado la mayor parte del año por el desbordamiento de los ríos (**Figura 3.17**).

Figura 3.17. Palmar en Ciénega de Cabezas, San Luis Potosí.
Foto: Gabriel Barrios Quiroz

Tular – Comunidad con predominio de *Typha* spp., planta herbácea hidrófila propia de los pantanos, también conocida como espadaño. Las plantas son robustas, perennes, rizomatosas, con hojas muy erectas, dísticas (o en pares) y bifaciales. Producen una espiga cilíndrica formada por numerosas flores diminutas polinizadas por el viento (las masculinas arriba y las femeninas abajo), con un perianto como escamas o cerdas. El fruto es como un aquenio dehiscente con el ginóforo, el estilo y el perianto, persistentes en el fruto (**Figura 3.18**).

Figura 3.18. Tular de *Typha domingensis* en Río Papagayo, Guerrero.
Foto: Pedro Ramírez-García

Otra vegetación acuática – En esta categoría pueden considerarse otros tipos de vegetación acuática distintos a los descritos, por ejemplo, comunidades acuáticas que no sean lirios, lechugas de agua o nenúfares (Lirial, Lechugal y Nenufaral en el Formato EMH).

Hábitat modificado – Se considerará hábitat (vegetación) modificado, todo aquel que implique alteración significativa de la cobertura vegetal natural, generalmente como consecuencia de actividades humanas, por ejemplo: campos de golf, construcciones como carreteras, puentes, edificios, entre otros (**Figura 3.19**).

Figura 3.19. Hábitat modificado de *Crocodylus moreletii*, al fondo se aprecian asentamientos urbanos. Laguna de las Ilusiones, Villahermosa Tabasco, México. Fotografía: Marco Antonio López Luna

DVN

Detección visual nocturna

4 Método de detección visual nocturna (DVN)

Luis Sigler[1], José Rogelio Cedeño-Vázquez[2] y Fabio G. Cupul-Magaña[3]

1 Departamento de Conservación. The Dallas World Aquarium. Dallas, Texas. 1801 N. Griffin St., Dallas, TX, 75202, E.U.A. cocodriloblanco@yahoo.com

2 Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330, Esq. Andrés Quintana Roo Col. David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013. Chetumal, Quintana Roo, México. rogeliocv67@hotmail.com

3 Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara No. 203, Delegación Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. fabio_cupul@yahoo.com.mx

4.1. Introducción

Una de las primeras preguntas que es necesario responder para el estudio de las poblaciones de cocodrilos, es si realmente estos reptiles están presentes dentro de ciertos ambientes, sean naturales o artificiales. Una vez que se ha podido corroborar su presencia, es indispensable estimar de alguna forma, su abundancia en el ambiente de interés en un momento determinado. Esta simple medición proporciona elementos para formular ideas sobre el papel que juegan los cocodrilos dentro de sus distintos hábitats, sin embargo no es trivial el tema de estimar la abundancia relativa, y mucho menos la magnitud de la población. En cualquier caso, el registro de la abundancia relativa aparente de cocodrilos es un componente básico para evaluar fluctuaciones de población que, una vez conocidas, permiten establecer estrategias óptimas encaminadas a su protección, explotación, remoción o, eventualmente, hasta su extirpación; cuatro conceptos englobados dentro del término manejo (Cupul-Magaña, 2009).

El número de cocodrilos que se pueden detectar de manera visual en un ambiente, es una variable a la cual fácilmente puede darse seguimiento intermitente (en forma regular o irregular; aunque es recomendable la regularidad, debido a que así es más sencillo reconocer la relación de las variaciones que tiene la población con otras del medio que la rodea). El conteo repetido de cocodrilos a lo largo de un lapso suficientemente largo permite detectar cambios en algunos de los parámetros poblacionales (por ejemplo: abundancia y densidad aparente; proporciones de distintas categorías de tamaños o tallas; entre otras). Este procedimiento se inscribe en el marco metodológico conocido en estudios de conservación como monitoreo (Villaseñor-Gómez y Santana, 2003).

La forma directa de obtener una aproximación del número de cocodrilos que vive en un área o Ruta determinada es contarlos; para lo cual es indispensable avistarlos. Esta acción, aparentemente simple, se dificulta durante el día por tratarse de organismos crípticos (que se confunden con el entorno por su coloración), que además muestran un comportamiento elusivo y de acecho (Cupul-Magaña, 2009; Sigler, 1998). Sin embargo y por fortuna, estas dificultades pasan a un segundo término durante la noche; ya que el brillo de sus ojos los delata (**Figuras 4.1 y 4.2**). La brillantez de sus ojos es resultado de la adaptación que poseen a la escasez de luz en las horas de penumbra, y que consiste en una capa de células ubicada en el fondo del ojo, llamada *tapetum lucidum*; estas células reflejan la luz ambiental haciéndola pasar un par de veces por la retina, lo que les permite capturar mejor las imágenes nocturnas.

Al dirigir un haz de luz a los ojos de un cocodrilo con una lámpara (incluso a una distancia de 200 m o más), éstos producirán

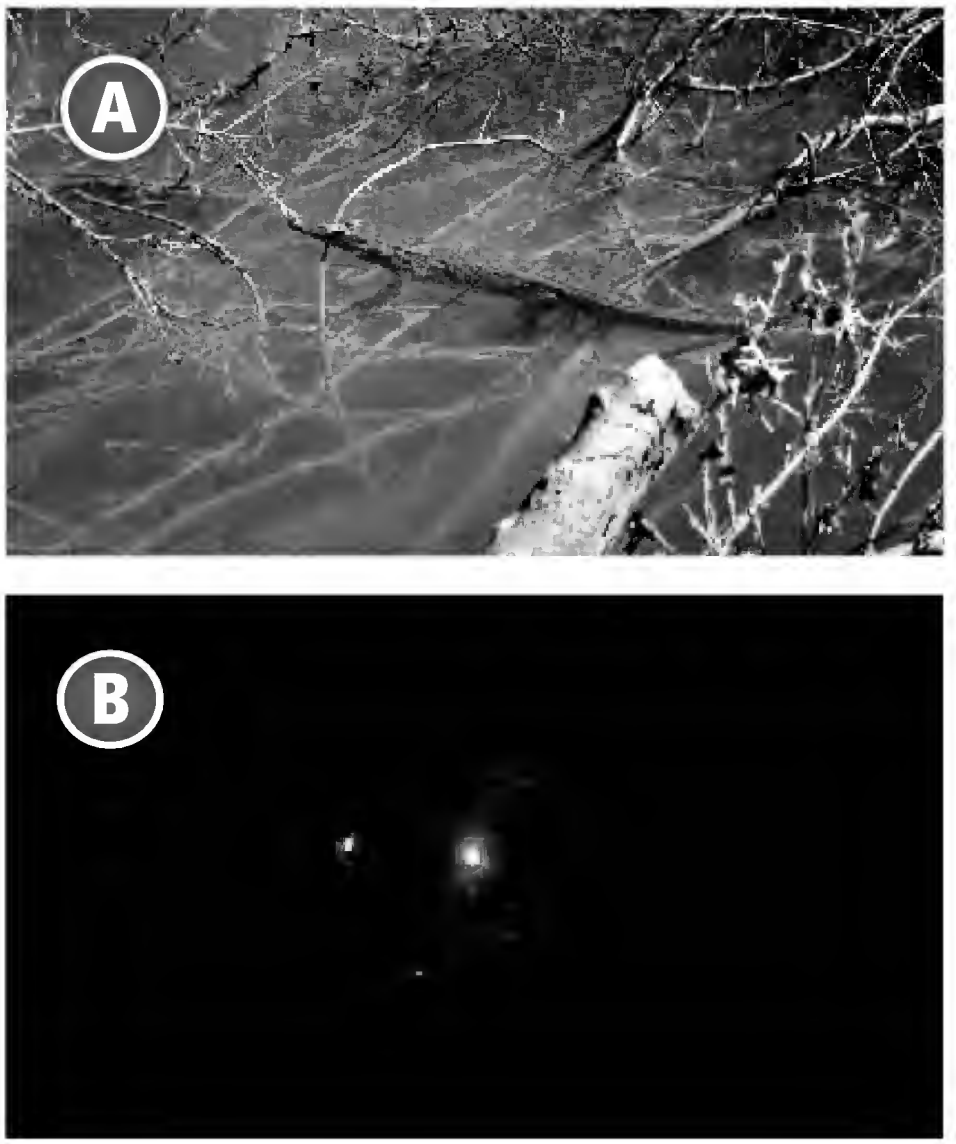


Figura 4.1. Durante el día, los cocodrilos, sobre todo los pequeños, se protegen en sitios donde pueden ser confundidos con ramas u otros objetos, sumergidos o emergentes **(A)** Río Tzendales, Chiapas, México). Sin embargo, por la noche, su presencia queda revelada por el brillo anaranjado de sus ojos, al ser iluminados por un técnico del muestreo **(B)**. Hembra adulta clase IV, Palenque, Chiapas, México.
Fotografías: Luis Sigler

Figura 4.2. En cocodrilos de mayor tamaño, el efecto de reflejo de la luz es más notorio, lo cual permite detectarlos a distancias mayores (aquí se muestra el brillo a corta distancia). Imagen captada en La Mancha, Veracruz, México.
Fotografía: Luis Sigler

un destello color naranja rojizo, que delatará su ubicación (Chabreck, 1966). Por otro lado, la separación observada entre los ojos puede ser un indicador confiable del tamaño del animal, sin embargo, para llegar a este nivel de detalle en la observación es necesario contar con experiencia para evaluar la talla, en forma relativa y a diferentes distancias, mediante el conocimiento y ensayo previo con cocodrilos de distintas categorías de tamaño y distancias conocidas (Sigler, 1998).

Para efectos del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, la actividad descrita anteriormente: reconocer y ubicar a un cocodrilo durante recorridos nocturnos, se ha denominado Detección Visual Nocturna (DVN). La noche no sólo ofrece la ventaja de facilitar la detección de los cocodrilos por el brillo de sus ojos sino que, al encontrarlos activos, cuando menos flotando en el agua cerca del margen de los cuerpos de agua o descansando sobre las playas (Sigler, 1998), se facilita su enumeración directa, salvo que entre ellos y el observador medie vegetación demasiado densa. Bajo condiciones normales, es factible que el valor obtenido de contar los individuos durante un recorrido, se aproxime bastante al número real en un recorrido dado. Aún cuando no se lograra saber el número total de cocodrilos presentes en el recorrido, si se mantiene la uniformidad en la forma de efectuarlo una y otra vez, al menos se cuenta con la certeza de que los cocodrilos serán avistados con probabilidad equivalente en cada evento de muestreo. Esto permite comparar las cuentas de cocodrilos obtenidas en diferentes fechas y, mediante algunos análisis, detectar tendencias de las cifras (véase la sección sobre perspectiva del monitoreo, en la Introducción de este mismo Manual).

En México se ha aplicado con éxito la técnica DVN para estimar poblaciones de las tres especies que existen en el territorio nacional (*Crocodylus moreletii, Crocodylus acutus* y *Caiman crocodilus*). Una excelente compilación de estos estudios fue realizada por García-Grajales *et al*. (2007). Uno de los primeros trabajos que cita la aplicación de DVN en México es el de Martín de Lucenay (1940) para *C. moreletii* en Veracruz. También existe información sobre el uso de DVN en Belice y Guatemala, países centroamericanos donde se distribuye naturalmente *C. moreletii* (Meerman, 1992; Platt, 1996; Castañeda-Moya, 2000; Platt y Thorbjarnarson, 2000).

Los conteos de este tipo se han realizado en distintas partes del mundo y para distintas especies. Se ha considerado que permiten una medida indirecta de la abundancia mediante un índice. De hecho se trata de un indicador indirecto de abundancia de población, en función de la fracción de ésta que es posible visualizar (Choquenot y Webb, 1987).

Así, para determinar la abundancia relativa aparente de cocodrilos se ha establecido el concepto de tasa de encuentro (TE). La TE es un índice que se refiere al número de animales encontrados (observados) a lo largo de un recorrido. Se obtiene al dividir el número de individuos avistados entre la distancia recorrida en kilómetros lineales; es decir, la TE se expresa en individuos/km (TE = número de cocodrilos avistados / distancia recorrida en km lineales). La tasa de encuentro provee una estimación relativa de la densidad, porque no es posible observar a todos los cocodrilos presentes (Bayliss, 1987), pero aún así es de utilidad para evaluar poblaciones silvestres. Además, es posible suponer que la relación entre la TE y el tamaño de la población local (el número total de cocodrilos presentes en un sitio) se mantiene

comparativamente constante entre muestreos; también se supone que cualquier cambio en la TE reflejará un cambio proporcional en la población real (Bayliss, 1987; Platt y Thorbjarnarson, 2000).

Es razonable suponer que el número de cocodrilos contados en una Ruta mediante la técnica DVN, representa la población *mínima*, es decir aquella que se logró avistar. Por lo tanto, este dato puede ser una base lo suficientemente sólida como para intentar establecer correlaciones con las condiciones que hay en el sitio recorrido (ambientales, como temperatura, salinidad, nivel del agua, así como disponibilidad de alimento o de sitios para la anidación, refugio y descanso, entre otros). Esto puede hacerse para cada Ruta y, a otras escalas, para el conjunto de las Rutas de mayor relevancia para la especie en la región (Sánchez, 2009).

Además de contar los ejemplares de cocodrilos observados a lo largo de un recorrido de una Ruta, es imprescindible establecer el tamaño aproximado de cada cocodrilo. Estableciendo categorías de tallas es posible esbozar la estructura por edades y se puede producir un indicador mínimo de la estructura de la población a la que pertenecen los cocodrilos observados. Esta información es necesaria para comprender la dinámica o comportamiento de la población (Cupul-Magaña, 2009); es decir se busca una aproximación que indique las proporciones que hay de adultos, jóvenes y otras categorías intermedias.

4.2. Descripción del método para Detección Visual Nocturna (DVN)

En este tipo de muestreo es recomendable el uso de una embarcación pequeña, que transporte al personal mínimo necesario para el muestreo pero que al mismo tiempo facilite el recorrido dentro del cuerpo

de agua seleccionado (río, laguna, presa o estero; **Figura 4.3**). De esta manera es posible abarcar una mayor área de observación en menos tiempo. La técnica es útil en sistemas de agua abiertos (ríos grandes, esteros y lagunas), pero tienen ciertos inconvenientes en sistemas pequeños o de aguas someras ya que en ellas se puede dificultar la navegación por la densa vegetación o que la embarcación se atasque en el fango (**Figura 4.4**). La distancia preestablecida de cada Ruta (sea una Ruta sencilla o una dividida en Sitios), se recorre en toda su extensión en una embarcación, impulsada a fuerza de remo o con motor

Figura 4.3. Uso de embarcación pequeña que transporte al personal mínimo necesario para el muestreo y que facilite el recorrido dentro del cuerpo de agua. Fotografía: Luis Sigler

Figura 4.4. En circunstancias en las que la embarcación no puede maniobrar libremente, puede ser necesario observar los cocodrilos desde la orilla. No obstante, debe tenerse presente que la velocidad del recorrido debe mantenerse relativamente uniforme, por lo que esta práctica debe reducirse al mínimo indispensable. Imagen captada en Palenque, Chiapas, México. Fotografía: Luis Sigler

fuera de borda según las características y condiciones que prevalezcan en el cuerpo de agua a estudiar (Cherkiss *et al*., 2008). El tipo de embarcación que ha probado ser más adecuado para realizar actividades de monitoreo de cocodrilos es de fondo plano, fabricada de aluminio y con una longitud (eslora) de tres a cinco metros. En ella cabrán cómodamente de cuatro a cinco miembros del equipo de técnicos.

Es importante identificar los factores climáticos más relevantes que pueden afectar las actividades de muestreo en el área de trabajo; los cuales tienen que ver con las fechas en que ocurre la temporada de lluvias y secas, la posible incidencia de ciclones o tormentas tropicales, así como la crecida o aumento del caudal de ríos cercanos. También debe considerarse la influencia de factores derivados de las actividades humanas sobre el muestreo, como es el caso de la agricultura, la ganadería y los asentamientos urbanos.

Antes de iniciar un muestreo nocturno, es recomendable recorrer y reconocer el sitio a la luz del día para observar detenidamente los elementos que conforman el paisaje; este recorrido también tiene la finalidad de evaluar posibles sitios en donde se encuentre la especie, ubicar puntos de orientación y determinar áreas de potencial riesgo para los técnicos (zonas con vegetación densa, en un río la zona de rápidos y áreas estrechas para la navegación, entre otras) (**Figuras 4.5 y 4.6**).

Figura 4.5. Durante los recorridos diurnos, también debe valorarse el tipo de vegetación que conforma las orillas de los cuerpos de agua y la variación en los niveles de agua. **(A)** Bosque de galería en las orillas del Río Hondo, límite natural entre México y Belice. **(B)** Puede verse la marca del nivel que alcanza la marea alta en algunos tipos de vegetación que conforman el hábitat de *Crocodylus moreletii* (mangle rojo en Río Hondo). **(C)** Se observa la fluctuación del nivel del agua en un lago de Petén, Guatemala. Fotografías: Rogelio Cedeño

Figura 4.6. **(A)** Los nidos del cocodrilo de Morelet generalmente se encuentran debajo del dosel de la vegetación ribereña y algunos pueden estar muy cerca del agua, como en esta imagen donde se aprecia el monóculo construido por la hembra en un canal de la Bahía de Chetumal, Q. Roo. **(B)** Al igual que los demás cocodrilianos, *Crocodylus moreletii* suele tomar el sol durante el día, por lo que en recorridos diurnos de exploración para reconocimiento del sitio a muestrear por D.V.N., pueden verse ejemplares de diferentes tallas. En la imagen un ejemplar de la clase IV en la Laguna de Cobá, Quintana Roo. Fotografías: Rogelio Cedeño

Se aconseja realizar el conteo por DVN en noches nubladas, sin luz de luna o en luna nueva, con un mínimo de viento y sin lluvias, ya que la ausencia de luminosidad lunar permite ubicar con mayor facilidad el destello de los ojos de los cocodrilos con el haz de luz de una lámpara. Además, en esas condiciones los cocodrilos no perciben tan fácilmente la presencia de los técnicos y de la embarcación, lo que facilita el acercarse a ellos si se desea estimar su talla (Sigler, 1998). La hora ideal para iniciar un muestreo nocturno es entre 15 y 30 min posteriores a la puesta del sol (Platt y Thorbjarnarson, 2000; Cedeño-Vázquez *et al*., 2006). En el caso de los cuerpos de agua costeros que tienen conexión temporal con el mar, los muestreos deberán programarse para que

coincidan, preferentemente, con la vaciante o marea baja; pues cuando la profundidad del agua es menor es más fácil ver y ubicar a los cocodrilos porque los bancos lodosos de lagunas y otros cuerpos de agua se exponen al aire (Bayliss, 1987).

Los recorridos dentro de las Rutas deberán realizarse con un ritmo definido y constante, y bajo condiciones lunares y de marea similares (O´Brien, 1990). Se recomienda mantener una velocidad de navegación relativamente baja, de aproximadamente 10 km/h. Cuando no se mantiene un ritmo constante de recorrido, un cocodrilo que ya fue contado puede moverse rápidamente de lugar y colocarse frente a la embarcación, con lo que podría volver a ser observado y sumado a la cuenta, alterándose así el valor de la TE resultante. De ser posible, se navegará dentro de una línea imaginaria al centro del cuerpo de agua, con la finalidad de dirigir y orientar el haz de luz de la lámpara hacia ambas riberas o playas de la Ruta.

La decisión de muestrear un río a favor o contra la corriente, dependerá de las capacidades logísticas. Cuando la embarcación cuente con motor es más fácil el muestreo río arriba; pero si la embarcación se impulsa a remo, lo adecuado es ir río abajo. En las lagunas como en las costas, los muestreos pueden tomar como referencia para los recorridos, el seguir una Ruta definida por su márgenes. Es recomendable repetir un par de veces por noche el muestreo para que, al comparar los resultados de los avistamientos, se tenga una idea del grado de variación de las estimaciones.

Una vez que los técnicos se encuentren instalados dentro de la embarcación, se procederá a explorar, con una lámpara potente, las orillas y

la superficie del cuerpo de agua para ubicar los cocodrilos (**Figura 4.7**). Los tripulantes deben evitar generar ruido en demasía para no ahuyentar a los cocodrilos. El empleo de remos, además de ser una buena medida para impulsar la embarcación, favorece su desplazamiento sigiloso, necesario cuando se desea aproximar al cocodrilo para estimar su tamaño.

Figura 4.7. **(A)** El uso de lámparas de manos libres es la mejor manera de iluminar el entorno en busca de cocodrilos. **(B)** Al momento del muestreo, solamente debe utilizar la luz el técnico que hace el registro visual. **(C)** Lancha con equipo de campo en Río Hondo. Fotografías: Luis Sigler, Thomas Rainwater y Rogelio Cedeño

Durante el recorrido para realizar el avistamiento por DVN, es posible realizar a la vez la diferenciación de especies en sitios donde coexistan dos (Cedeño-Vázquez *et al*., 2006) o más. Tal es el caso de ciertas zonas costeras de la porción oriental de la península de Yucatán (incluyendo México y Belice); donde es posible encontrar en un mismo cuerpo de agua a *C. autus* (de hocico más largo, puntiagudo y con una ligera, pero conspicua, protuberancia en la parte media del hocico) y *C. moreletii* (de hocico más ancho y plano). Para mayor detalle, véase el **Capítulo 7** de este manual relativo a la diferenciación de *C. acutus* y *C. moreletii* en áreas donde ambos coexisten.

Para que un recuento de animales pueda generar la mayor información posible, es necesario asociar cada avistamiento, con suficiente aproximación, a una categoría de talla o tamaño previamente establecido. Para *C. moreletii* se han fijado, de manera un tanto arbitraria pero considerada viable entre los expertos que asistieron al Taller Trinacional (2010), cinco clases de tamaño o talla con un intervalo de clase de 0.5 m (Sánchez, 2009; CONABIO, 2010). Claramente, el grado de acierto en la asignación de un cocodrilo a una categoría dada de talla disminuye en proporción inversa a la distancia a la que se ha hecho el avistamiento (O. Sánchez, com. pers., 2010). En el caso de que al técnico observador no le sea posible determinar la especie y/o su tamaño, el registro del avistamiento hecho en el campo se tomará y registrará como "sólo ojos", que constituye una categoría más.

Las clases de tamaño o talla (referida la talla a la distancia medida desde la punta del hocico a la punta de la cola) se establecen de la siguiente manera:

I. cría (para este estudio, se refiere al cocodrilo que ha superado el primer invierno posterior a su nacimiento; no se trata de un neonato*), menor a 0.5 m;
II. juvenil (de 0.51 m a 1.0 m);
III. sub-adulto (de 1.01 m a 1.5 m);
IV. adulto (de 1.51 m a 2.0 m);
V. adultos grandes (de 2.01 m o más).
VI. sólo ojos (SO)

* En las descripciones de categorías que aparecen arriba no se incluyen neonatos (**Figura 4.8**), debido a que la cuenta de éstos puede indicar el éxito de reproducción en una Ruta y época dadas, pero por su alta tasa de mortalidad natural, es poco probable que se les vea en recorridos subsiguientes. No sucede así con los considerados "crías", que ya lograron superar la primera etapa de mayor vulnerabilidad (CONABIO, 2010; Sánchez, 2009; Sigler *et al.*, 2002; Sigler, 2001). La clasificación sugerida se ha empleado en el Proyecto CoPan y es compatible con la propuesta por Platt y Thorbjarnarson (2000).

A partir de la medición de alguna otra parte del cuerpo, ciertas relaciones morfométricas (de tamaño y forma) en los cocodrilos pueden ser de utilidad, debido a que es posible estimar o predecir el tamaño o la talla corporal (así como distintas variables). La existencia de estas relaciones funcionales es de gran valor en los estudios con cocodrilos, ya que es frecuente que en los censos o conteos nocturnos, sólo se visualicen sus ojos o sus cabezas y, como es bien sabido, con la sola observación de esta fracción del cuerpo, un observador bien entrenado puede estimar el tamaño de los

Figura 4.8. Debido a la mortandad elevada o bajo reclutamiento de neonatos a la población activa de la especie, estos no deben de ser contados durante los recorridos de DVN. Sin embargo, es importante mencionar su localización ya que puede indicar la presencia de un nido cercano, y la existencia de organismos reproductores. En la imagen se aprecian dos neonatos entre plantas de navajuela o cordadera (*Cladium jamaicensis*), una Cyperaceae semiacuática común en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y en otros sitios inundables de la península de Yucatán. Fotografía: Humberto Bahena

Figura 4.9. Hembra de *Crocodylus moreletii* asomando la cabeza en un cenote en el Edén, al norte de Quintana Roo. Fotografía: Rogelio Cedeño

ejemplares con suficiente acierto (Verdade, 2000; **Figura 4.9**). De manera práctica, puede lograrse estimar aproximadamente la longitud total (LT) del animal, si un avistamiento cercano permite formarse una idea clara de la longitud rostral (longitud entre la punta del hocico y la comisura anterior de los ojos); si es así, esta se multiplica por diez (Cedeño-Vázquez *et al*., 2006).

Es de suma importancia, en cada evento de muestreo, recorrer en su totalidad cada una de las Rutas previamente definidas para el programa de monitoreo (**Figura 4.10**) (véanse las Rutas y Sitios en el **Capítulo 1** de este Manual). Así no habrá omisiones al momento del muestreo, situación que, si se presentara, generaría sesgos importantes en las estimaciones. Si una Ruta, por su grado de dificultad ha sido dividida en Sitios (segmentos de recorrido), éstos deberán transitarse siempre en el mismo orden y en la longitud total de cada uno. Sólo de esta forma será posible replicar sistemáticamente el recorrido del muestreo.

Una vez que el muestreo haya logrado obtener todos los datos posibles de avistamiento en toda la longitud de cada Ruta preestablecida (compuesta en algunos casos por varios Sitios), se procede a dividir el número de cocodrilos entre la distancia en kilómetros de esa Ruta. El cociente resultante estimará la tasa de encuentro (TE). Hecha esta estimación general con el total de individuos observados, es posible calcular la TE por categorías de talla en la Ruta, para cada evento de muestreo. La iteración cuidadosa de los muestreos ofrecerá mayor precisión y exactitud, atributos de los que dependerá la validez estadística de los datos que provea el programa de monitoreo, sobre todo en el largo plazo.

Figura 4.10. El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) suele ocupar ambientes con aguas tranquilas, por lo que no deben ignorarse remansos, pantanos y otros sitios similares, asociados con cuerpos de agua abierta o corrientes; la imagen fue captada en Juárez, Chiapas, México. Fotografía: Luis Sigler

4.3. Llenado del Formato para Detección Visual Nocturna (DVN)

Los datos en los muestreos de campo deberán de colectarse de la manera más rigurosa posible, utilizando para ello estrictamente el Formato DVN (ver **Cuadro 4.1**) para el monitoreo de *Crocodylus moreletii*, que contiene la información acordada durante el Taller Trinacional de 2010. Antes de iniciar el recorrido, al igual que en otros formatos, se tomarán los datos preliminares relativos al nombre de la Región de Coordinación (RC), la Unidad de Monitoreo

(UM), la Ruta de muestreo (R) y, si alguna Ruta estuviera dividida, el Sitio (S). También se deberá anotar la Clave de Sitio (ver cuadros del capítulo sobre Diseño Geográfico). Es importante hacer notar que si se trata de Sitios, debe utilizarse y llenarse un Formato para cada Sitio; de allí la importancia de llenar todos los datos arriba mencionados. Además en cada Formato deben registrarse la fecha, los participantes, la hora de inicio y de término del recorrido, el número de recorrido, el medio de transporte, la velocidad promedio del recorrido, el *Datum* y las coordenadas donde se inició y donde se terminó el recorrido, la profundidad de la columna de agua en los puntos de inicio y término, así como la temperatura del agua y del aire en esos mismos puntos.

Es recomendable realizar al menos una réplica por sitio a fin de recabar datos indicativos sobre el posible efecto del muestreo en la conducta de los cocodrilos. Puede efectuarse el muestreo DVN la primera noche y hacerse una réplica del mismo al día siguiente, a fin de comparar ambos. Si se obtuvieran datos notoriamente diferentes entre el primer DVN y la réplica (describiendo las condiciones del muestreo: hábitat, temperaturas, niebla, viento, lluvia, entre otros), se incluirá una interpretación tentativa de las causas probables de dichas diferencias, se reportarán ambos datos, así como su promedio.

El técnico o persona responsable de usar la lámpara que delatará la presencia de los cocodrilos, indicará a la persona designada como motorista la dirección a seguir. Cuando el responsable de la lámpara detecta el brillo de los ojos de un cocodrilo, de inmediato indicará con una seña al motorista, o en su caso a los remeros, para que aproximen la embarcación al ejemplar observado con el fin de

estimar (por la separación de los ojos o por el tamaño de la cabeza o longitud rostral) su tamaño y asignarlo a una clase de talla. En este momento, generalmente se apaga el faro potente y se enciende la lámpara de manos libres sujeta a la cabeza del observador. Se sugiere que sólo el contador de cocodrilos (el responsable de la lámpara) mantenga sus linternas encendidas. De lo contrario, si alguien más las mantiene encendidas, iluminará el interior de la embarcación y delatará la presencia del equipo técnico que realiza el conteo, ahuyentado al cocodrilo.

El acercamiento al cocodrilo deberá ser tan sigiloso como sea posible. La aproximación no será mayor a la distancia que permita estimar el tamaño del ejemplar con una precisión de 0.5 m. A la par de lo anterior, se tomará nota de la especie avistada (*C. moreletii, C. acutus* ó *posible híbrido*) y las coordenadas geográficas de donde ocurrió el avistamiento: para ello, se utilizará un aparato portátil de posicionamiento global o GPS, que se activará desde el inicio del recorrido. También, se anotará la hora del avistamiento (desplegada en el GPS), la longitud estimada (con precisión de 0.5 m) y talla del ejemplar, y la distancia aproximada a la que ocurrió el contacto visual del observador con el cocodrilo.

Cuando se aplica la técnica de DVN para la cuenta de cocodrilos, no deben capturarse ejemplares ni debe dedicarse tiempo sustancial a la toma de datos ajenos a lo establecido en el formato oficial. Esta falta de atención puede perjudicar la organización del monitoreo; ante todo, es primordial realizar el recorrido a una velocidad constante y con el mayor silencio posible (evitando hablar y/o golpear la embarcación con los remos).

Cuadro 4.1. Formato DVN: Muestreo por Detección Visual Nocturna para el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)* México-Belice-Guatemala.

Formato DVN: Muestreo por detección visual nocturna

(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)

Región de Coordinación (RC) _____

Unidad de Monitoreo (UM) _____

Ruta (R) _____

Sitio (S): _____ Clave de Sitio: _____

Año: _____ Mes: _____ Día: _____

Participantes (iniciales y apellido): _____

_____

_____

Hora de inicio: _____ Hora de término: _____ Número de recorrido de ese día: _____

Medio de transporte: _____ Velocidad promedio del recorrido, estimada: _____ (km/h)

Datum: NAD27 ( ) ó WGS84 ( )

Coordenadas GPS Inicio Latitud	°	´	"
Coordenadas GPS Inicio Longitud	°	´	"
Coordenadas GPS Final Latitud	°	´	"
Coordenadas GPS Final Longitud	°	´	"
Distancia recorrida			km

Profundidad del agua en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: _____ (m)

Profundidad del agua en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: _____ (m)

Temperatura del agua en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: _____ (°C)

Temperatura del agua en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: _____ (°C)

Temperatura del aire en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: _____ (°C)

Temperatura del aire en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: _____ (°C)

Datos de avistamiento de cocodrilos durante el recorrido

Avist.	Especie	Coordenadas Latitud			Coordenadas Longitud			Hora	Min	Longitud estimada (m, precisión 0.5 m)	Categoría de Talla	Distancia Avist. (m)
1		°	´	″	°	´	″					
2		°	´	″	°	´	″					
3		°	´	″	°	´	″					
4		°	´	″	°	´	″					
5		°	´	″	°	´	″					
6		°	´	″	°	´	″					
7		°	´	″	°	´	″					
8		°	´	″	°	´	″					
9		°	´	″	°	´	″					
10		°	´	″	°	´	″					
11		°	´	″	°	´	″					
12		°	´	″	°	´	″					
13		°	´	″	°	´	″					
14		°	´	″	°	´	″					
n		°	´	″	°	´	″					

Nombre y firma de quien llenó el formato: _____

Notas: _____

_____

_____

- La Clave de Sitio puede consultarse en el capítulo de Diseño Geográfico del Manual de Procedimientos.
- Marcar el Datum utilizado con una **X**.
- La especie se indicará con *C. moreletii*, *C. acutus*, *C. crocodilus* ó híbrido (*C. moreletii* x *C. acutus*). Podrán utilizarse las marcas (grapas) del programa de monitoreo para marcar *C. acutus* ó híbridos si se considera pertinente, incluyendo la información correspondiente en el formato.
- Al estimar la longitud aproximada debe procurarse hacerlo con una precisión de 0.5 m, puesto que las categorías definidas así lo exigen.
- Cuando no sea posible estimar la longitud aproximada del cocodrilo, la casilla se marcará con una diagonal (| / |) y se anotará en la casilla de Categoría de Talla **SO** (Sólo Ojos).
- La distancia de cada avistamiento debe estimarse visualmente en forma aproximada.

Es muy importante que cada integrante tenga una función definida. Sólo así, se logrará que los miembros del equipo que realiza el muestreo, estén coordinados y complementados de manera efectiva. Al concluir el recorrido, es imprescindible hacer el cálculo del tiempo invertido en el mismo.

El ANEXO 1 enlista los materiales básicos y equipo para el monitoreo nocturno de cocodrilos, específicamente para el desarrollo de la técnica DVN. Sin embargo, la lista no es limitativa y permite la adición de aquellos otros que cada Región de Coordinación requiera, según sus condiciones específicas.

4.4. Recomendaciones sobre seguridad

A continuación se mencionan dos medidas básicas de seguridad personal, que deben tomarse en cuenta durante el desarrollo de los muestreos en campo.

a) Respecto a la navegación: verificar el buen estado de la embarcación. De preferencia, que alguno de los participantes posea conocimientos sobre operación (aceleración y desaceleración, avance, neutral y reversa) y funcionamiento de motores fuera de borda. Destreza para seleccionar el mejor sitio para navegar por cuerpos de agua, evitar colisiones con ramas, troncos, rocas, bancos arenosos o encallar en fondos someros. Nociones sobre comportamiento de corrientes y mareas; y habilidad para desatorar objetos que obstruyan la hélice del motor. Por seguridad de todo el equipo de monitoreo, se obliga el empleo de chalecos salvavidas y se recomienda no dirigir el haz luz del faro o las linternas a los rostros del motorista u otro miembro del equipo.

b) Durante el conteo de cocodrilos, al aproximarse a un ejemplar para estimar su talla, evítese el acercamiento innecesario. Todos los miembros del equipo de muestreo deberán permanecer en sus posiciones dentro de la embarcación, sin exponer sus brazos o piernas fuera de ella.

Otras recomendaciones generales de seguridad en relación al trabajo con cocodrilos y su hábitat se presentan en el **ANEXO 4**.

5 Método de marcaje y recaptura de ejemplares (MRE)

Jerónimo Domínguez-Laso[1], Oscar Hinojosa-Falcón[2] y Sergio Padilla-Paz[3]
1 Curador / Investigador del Museo Cocodrilo; Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro Secretaría del Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural; Calzada Cerro Hueco s/n, col. El Zapotal, CP 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. museococodrilo@yahoo.com.mx
2 Investigador Independiente, Ciudad Victoria Tamaulipas. osgrindherp@hotmail.com
3 Coordinador técnico del Centro para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre - Hampolol; Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre; Universidad Autónoma de Campeche; Av. Agustín Melgar s/n, entre Calle Juan de la Barrera y Calle 20. Col Buenavista. CP 24039. San Francisco de Campeche, Campeche. sergioepadilla@yahoo.com.mx

5.1. Introducción

El método de detección visual nocturna (DVN) permite evaluar las tasas de encuentro a lo largo de Rutas. Además de la cuenta sistemática de ejemplares de cocodrilos por medio de éste método, existe la alternativa metodológica de examinar, de manera minuciosa, a algunos individuos capturados. La aplicación de este método permite una aproximación diferente, complementaria, ya que ayuda a entender de manera detallada a las poblaciones silvestres de cocodrilos. Para propósitos del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, se ha convenido denominar a la captura de ejemplares: Marcaje y Recaptura de Ejemplares o MRE (Sánchez, 2009).

A partir de capturar, manejar, marcar y recapturar cocodrilos, se pueden obtener distintos datos morfométricos, bioquímicos y de otro tipo, que también constituyen información fundamental sobre la biología y ecología de cada ejemplar capturado. Asimismo da indicios sobre la sobrevivencia, crecimiento de un individuo entre recapturas,

diferencias entre las proporciones de juveniles y adultos; así como la variación geográfica e individual. Si es de interés para el equipo de trabajo, también se pueden tomar biopsias y muestras de tejido de otro tipo, que puedan analizarse más adelante para tener un mejor conocimiento de la biología de la especie.

La captura y la manipulación de cocodrilos son actividades de alto riesgo, que sin duda alguna requieren de conocimiento, práctica, habilidad, decisión, certeza y paciencia; estos atributos son indispensables para tener éxito en el muestreo por MRE. Sin embargo, los cocodrilos viven en diferentes condiciones ambientales y por ello se necesita contar con estilos de manejo adaptados a estas variaciones. Por ejemplo, en algunos sitios es posible transitar sobre una lancha con apoyo de motor fuera de borda o remos y acercarse fácilmente a un animal a menos de un metro, lo que permite capturarlo de forma manual o con el uso de una pértiga. Por el contrario, existen sitios donde sólo se puede transitar por el terreno a pie, ya sea firme o lodoso, y que el animal esté entre vegetación acuática o prácticamente inmerso en el pantano, donde a pesar de que se pueda contar con alguna lancha, es imposible meterla, pues se añade el esfuerzo de arrastrarla.

Por todo lo anterior, el éxito de captura dependerá de qué tipo de hábitat se recorra o de la época del año, ya que algunos sitios en temporada de lluvias son completamente transitables y por el contrario, en secas el escenario es totalmente opuesto, lo que hace imposible el tránsito por la misma vía fluvial. Asimismo, el éxito del marcaje y de la toma de datos dependerá de la destreza y buena coordinación de los técnicos.

Como se mencionó, la probabilidad de captura de los cocodrilos no es igual en todos los sitios pero, a diferencia del muestreo por detección visual nocturna, en el muestreo por MRE no se pretende evaluar la tasa de encuentro de cocodrilos, sino obtener información complementaria a partir de ejemplares capturados, marcados y recapturados. Este es un método que proporciona datos que pueden ayudar, entre otras cosas, a valorar las variaciones de las poblaciones de cocodrilos en relación a su hábitat, ubicación, movimientos y concentración de sus poblaciones.

Sin embargo, el método de muestreo de MRE consume más tiempo que otros, dado que se requiere capturar e inmovilizar al cocodrilo, tomar los datos con rapidez y exactitud, además de marcarlo, con el mínimo de error y de estrés para el cocodrilo. Durante las recapturas subsiguientes, hay que reconocer y registrar, también sin error, los datos que deben ser asignados al número de marca que corresponda.

Naturalmente sólo pueden tomarse algunos datos durante la inmovilización temporal del cocodrilo por lo cual, durante el Taller de 2010, se definieron aquellos que resultan prioritarios, diferenciándolos de otros que son deseables es decir, cuya toma no es obligatoria en esta etapa del programa.

Aunque para el monitoreo de *Crocodylus moreletii* se utilizará un único método de marcaje, se ha considerado importante describir el contexto de los métodos existentes, especialmente para que un técnico dentro del programa de monitoreo, pueda evaluar si un cocodrilo capturado tiene una marca de otro tipo. Se considera relevante que los equipos de campo del programa de monitoreo tomen nota de ello en el Formato MRE, por si llegaran a capturar un ejemplar

con otro tipo de marcaje, y también para que las distingan de marcas de origen natural, pues esta información puede ser útil para otros estudios. Este aspecto se explica al final del capítulo.

5.2. Descripción del método para Marcaje y Recaptura de Ejemplares

Técnicas de captura

Cuando se pretende capturar cocodrilos debe tomarse en consideración que esto representa, en todo sentido, un esfuerzo mayor al que se necesita para contarlos a distancia, especialmente por el tiempo que se requiere para hacerlo apropiadamente. Asimismo, hay que recordar que toda captura conlleva un manejo y si se ha decidido contener a algún ejemplar, esto debe hacerse de la forma más adecuada para minimizar los niveles de riesgo y estrés, tanto para los ejemplares como para quien los maneja. Esto hace necesario que exista gran coherencia con respecto a los límites humanos, tanto de capacidad física, como de equipos y materiales.

Es indispensable pensar bien en todo lo que pueda pasar antes de emprender cualquier evento de captura. Esto es, se requiere evaluar el tamaño del ejemplar, la dificultad de manejo en las condiciones particulares y de hábitat en donde está el animal, el objetivo de la captura, los tipos de datos específicos a tomar, el tipo de embarcación utilizada, el equipo técnico de respaldo y, especialmente, tener en cuenta que los técnicos serán responsables de las acciones efectuadas. Otras medidas de precaución se detallan al final de este capítulo.

Existen varias técnicas de captura para cocodrilos, las cuales pueden agruparse en dos categorías:

a) Técnicas de manipulación directa: captura manual, captura con soga, captura con lazo de acero y pértiga, captura con pértiga fija o sujetador, uso de redes de mano, captura con arpón y captura con anzuelo, y
b) Técnicas indirectas: captura con trampas cebadas o sin cebar, y la colocación de redes.

Para el caso de las primeras se requiere simplemente, pero en forma indispensable, de la pericia y experiencia del manejador, quien utiliza sus manos y cuerpo para capturar a los ejemplares. Se recomienda recurrir a este tipo de manejo para animales de tallas pequeñas (en general de menos de120 cm de longitud) procurando tener total seguridad al momento de acercarse y efectuar la captura. La forma más práctica y efectiva para inmovilizar un animal, es agarrar con una sola mano y en un solo movimiento el cuello del cocodrilo, evitando en lo posible que alguna parte del cuerpo del técnico esté próximo a su mandíbula y, de inmediato, usar la otra mano para sujetar la cola del ejemplar (**Figuras 5.1 y 5.2**). Con estos movimientos se evita que el animal gire y se pueda soltar, lo que podría derivar en lesiones al técnico.

Para el caso de cocodrilos de tallas por arriba de los 120 cm, es recomendable usar otras técnicas de captura, como sería apoyarse de herramientas como lazos, cuerdas o cordinos de nylon, algodón u otros materiales, de varios calibres y diferentes resistencias (**Figura 5.3**), pero que tengan la fortaleza para sujetar a un animal.

También se pueden utilizar lazos de acero de diferentes calibres y resistencias, que tengan destorcedor y seguro de tensión (**Figura 5.4**).

Figura 5.1. El primer punto de contención de un cocodrilo es su cuello.
Fotografía: M. Martínez-Aeyón

Figura 5.2. Puntos de control de un cocodrilo menor a 120 cm: una mano en cuello y otra en la base de la cola. Fotografía: J. Domínguez-Laso

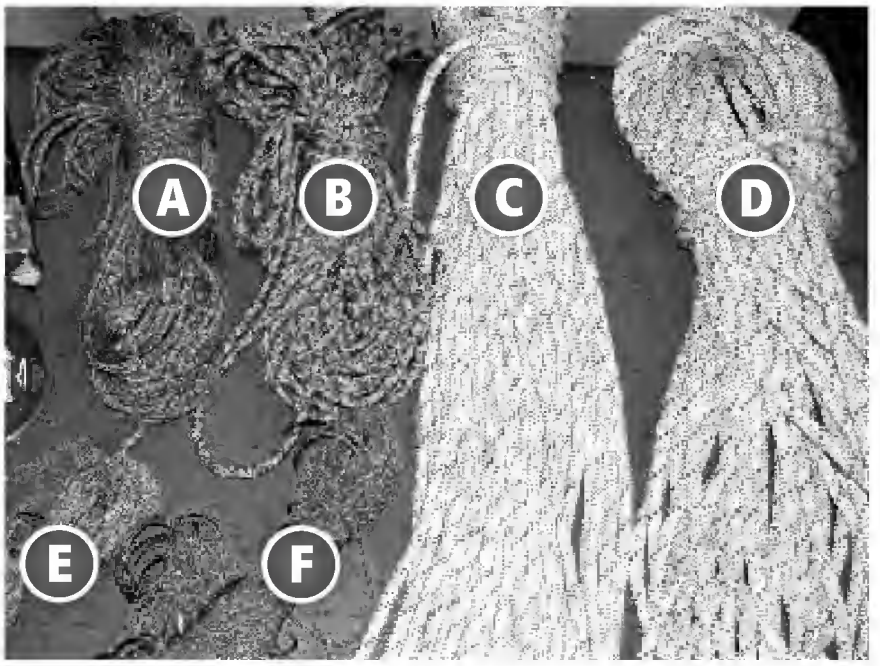
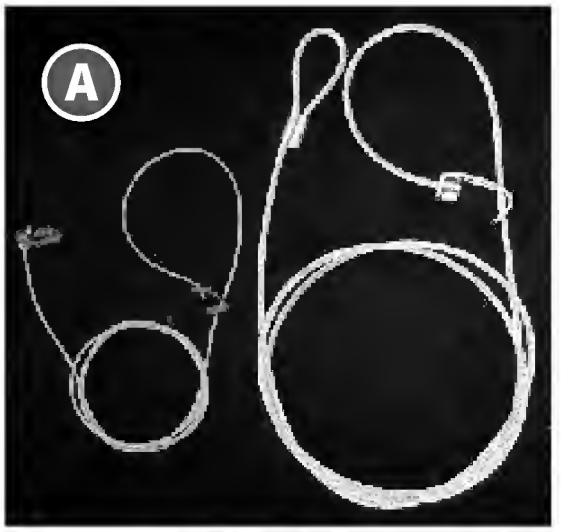
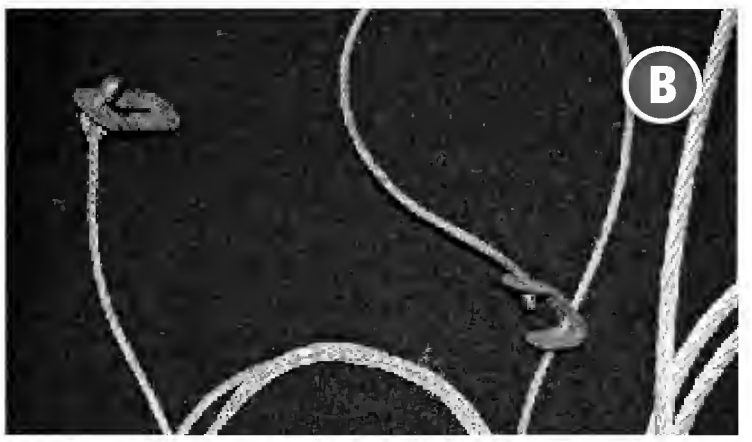


Figura 5.3. Cuerdas de manejo para cocodrilos **(A)** Cordón de 5 mm/150 Kg. **(B)** Cordón de 7 mm/300 kg. **(C)** Cuerda Estática de 9 mm/500 kg. y **(D)** Cuerda estática de 11 mm/1000 kg) **(E)** Cordino de 2 mm/50 kg. **(F)** Cordón de 3 mm/100 kg.. Fotografía: J. Domínguez-Laso





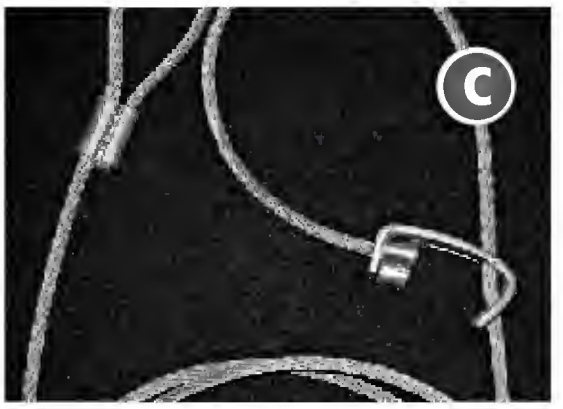


Figura 5.4. Lazos de acero de 2 calibres: **(A)** de 1/8" resistente hasta 200 Kg/150Kg bajo tensión (extrema izquierda) y de 1/4" resistente hasta 500 Kg/400 Kg bajo tensión (en medio). **(B)** Ampliación del lazo de menor calibre. **(C)** Ampliación del lazo de mayor calibre. Fotografía: J. Domínguez-Laso

Asimismo, se debe contar con una pértiga, ya sea de aluminio, madera, fibra de vidrio o algún otro tipo de materiales resistentes propios de la región, y que tenga una longitud de entre 2 y 3 m (**Figura 5.5**).

Figura 5.5. Diferentes tipos de pértigas para el manejo de cocodrilos. Las de color rojo son de material plástico, las de color azul de material metálico/acero y las de color gris de aluminio. Cualquiera de ellas puede ser de una pieza o extensibles de entre 1.5 y 3 m.
Fotografía: J. Domínguez-Laso

Por otra parte, para situaciones específicas de manejo a corta distancia pueden utilizarse pértigas de sujeción fijas (**Figura 5.6**), o bien redes de mano con distintos tamaños de abertura de malla. Estas herramientas son útiles para animales menores a los 120 cm.

Figura 5.6. Uso de pértiga fija para captura de un cocodrilo menor a los 120 cm.
Fotografía: M. Martínez-Aeyón

También, para casos complicados o como último recurso, cuando sea realmente necesario realizar la captura de algún ejemplar, debe tenerse destreza para el uso de arpones y anzuelos. Si este método es bien utilizado permite capturar de manera efectiva a un ejemplar, con lesiones menores y no permanentes. Las características y funcionamiento del arpón se muestran en las **Figuras 5.7 y 5.8**.

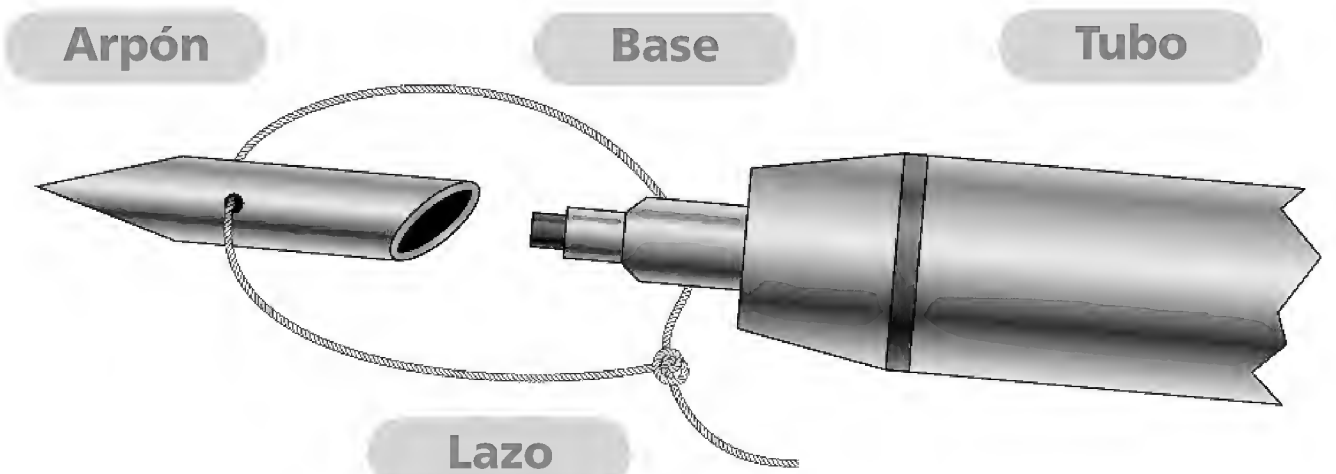


Figura 5.7. Partes del arpón de dado. Imagen: Hilda Rosado M.

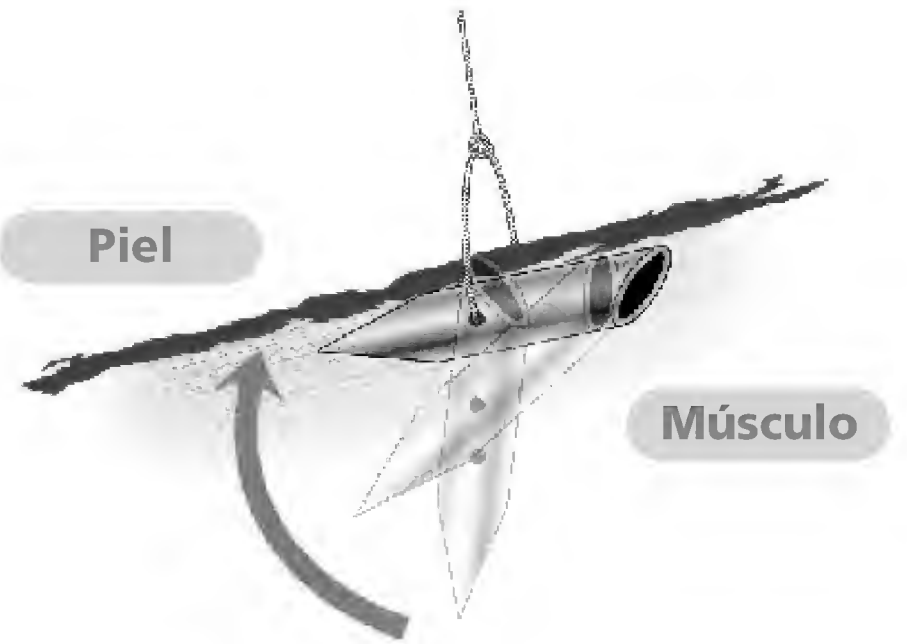


Figura 5.8. Rotación del arpón al activarse. Imagen: Hilda Rosado M.

Con respecto a las capturas de animales efectuadas desde una lancha, una parte fundamental es la pericia del timonel u operador de la misma. Quien maneja la lancha debe conocer perfectamente las señales visuales que haga el técnico de la captura (**Figura 5.9**) y así poder reaccionar oportunamente y guiar con efectividad la embarcación hacia el punto de contacto con el cocodrilo. El sonido del motor y la distancia entre proa y popa, el hablar o gritar incrementa el ruido que pueden percibir los animales y los puede ahuyentar estando en proximidad.

Figura 5.9. Diferentes señales visuales emitidas mediante movimientos de las manos y brazos, para comunicarse entre el técnico de la captura y el timonel evitando emitir sonidos. Imagen: J. Domínguez-Laso

Si se usa motor fuera de borda es más fácil controlar la velocidad de aproximación, pero también se genera mayor ruido y por ello, en esos casos el manejador de cocodrilos necesita saber cómo actuar con gran rapidez y efectividad para la captura. Cuando se lleva la lancha a remo o a palanca, no se logra mucha velocidad pero es posible acercarse mejor a un cocodrilo, considerando que el timonel y técnico de captura cuenten con la suficiente experiencia para ello.

Estando sobre la lancha se debe evitar golpearla con el remo, o generar algún otro tipo de ruido, puesto que éste será detectado de

inmediato por cualquier cocodrilo en las proximidades. Si se hace un recorrido nocturno, sólo el técnico de la captura o el líder de la embarcación es quien debe encender su lámpara de manos libres (es decir, la colocada en la cabeza), ya que si alguien atrás de él enciende alguna luz, generará una sombra con el cuerpo de quien lidera, lo que también puede ahuyentar al cocodrilo.

Siempre es importante tener una pértiga previamente armada con el lazo de acero para sujeción (**Figuras 5.10 y 5.11**). Al momento de la captura, la pértiga armada se deberá introducir hasta la región del cuello del ejemplar para asegurar su captura, aunque también es posible que quede sujeto de la mandíbula superior o, en ocasiones, se pueden sujetar ambas mandíbulas, quedando cerrado el hocico con dicho procedimiento. Este movimiento debe ser lo más preciso posible, y puede ser lento o rápido dependiendo de la situación, pero

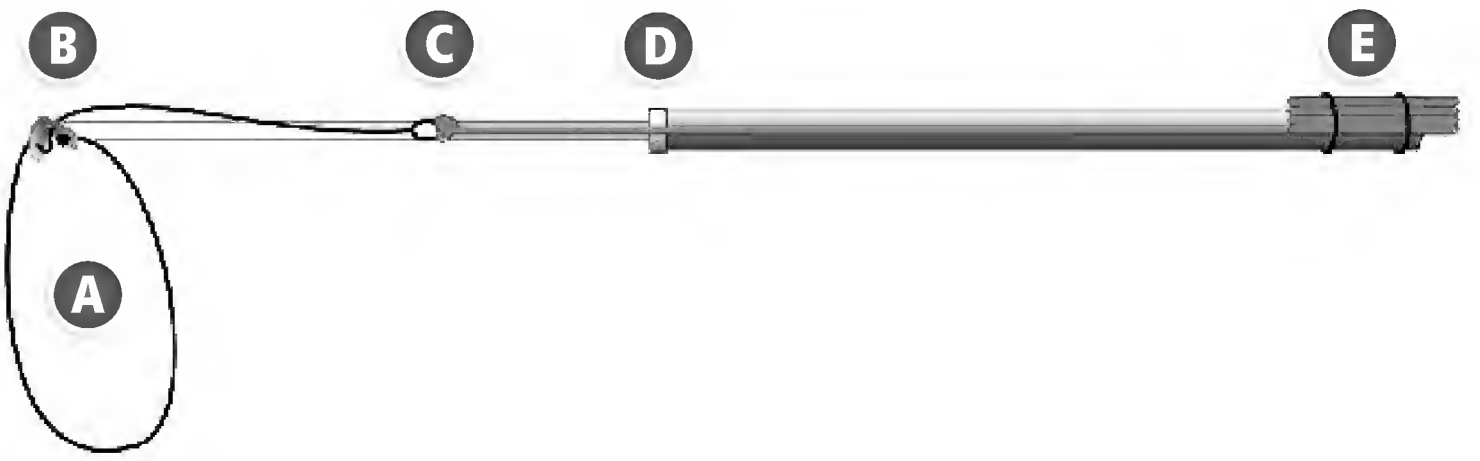


Figura 5.10. Pértiga típica o pértiga fija, armada para el manejo de cocodrilos: **(A)** Lazo de acero. **(B)** Seguro de tensión sujeto a la punta de la pértiga con cinta gris o *duct tape*. **(C)** Unión del lazo de acero y la cuerda de tensión de alta resistencia mediante un nudo seguro o el uso de un destorcedor o mosquetón. **(D)** Las pértigas extensibles tienen un seguro de rosca y **(E)** Cuerda de tensión de alta resistencia enredada y sujeta con un par de ligas al extremo final de la pértiga para evitar que se enrede y hacerla más cómoda. Imagen: J. Domínguez-Laso

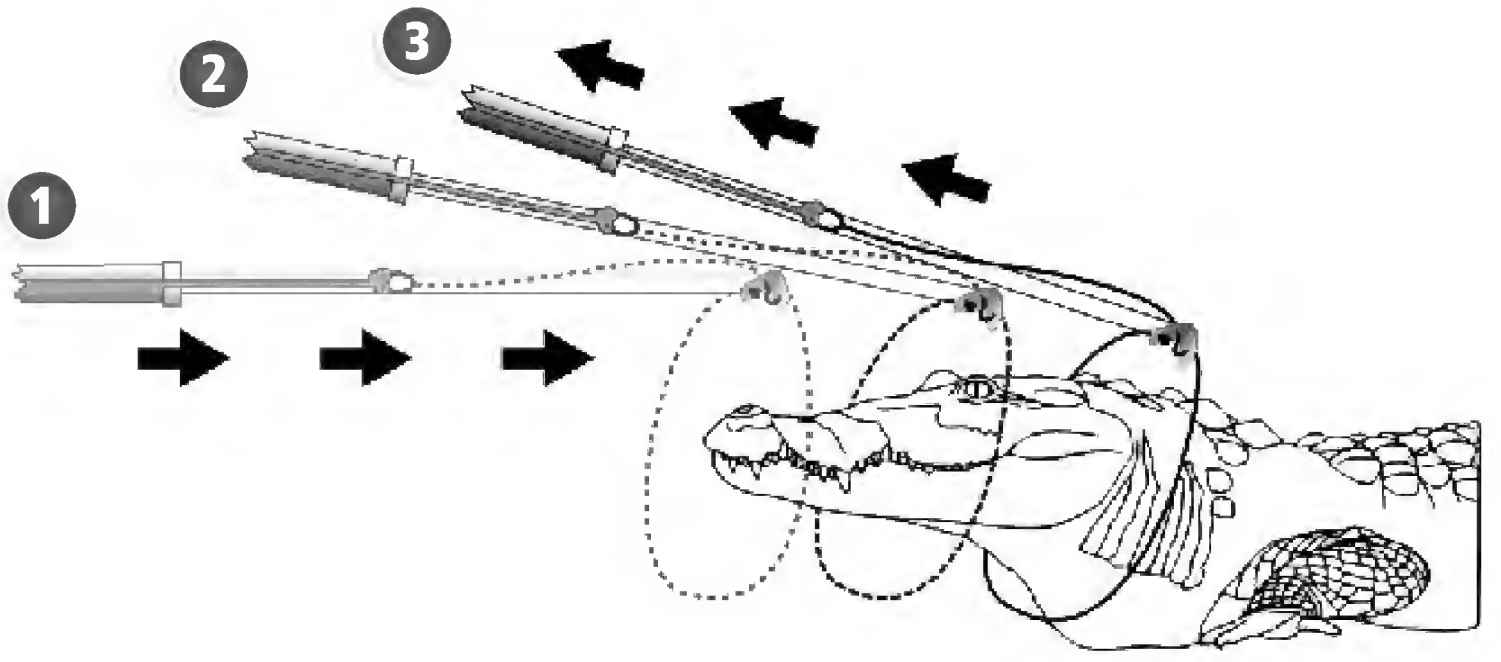


Figura 5.11. Método recomendado para colocar una pértiga con lazo de acero desprendible. El lazo se inserta hasta el cuello del cocodrilo donde se asegurará que el ejemplar sea capturado. Primero se acerca el aro del lazo de acero y se mete la cabeza, cuidando de no tocar la mandíbula del cocodrilo y que llegue hasta el cuello. Después se tira de la cuerda de tensión de alta resistencia, para cerrar el lazo de acero y así sujetar al ejemplar. Imagen: J. Domínguez-Laso

su efectividad radicará en que el técnico de la captura tenga el dominio de la distancia adecuada, para poder introducir el lazo de acero (**Figura 5.10**), sin tocar la mandíbula o el cráneo del ejemplar antes de dejarlo bien puesto; de no ser así, el cocodrilo reaccionará de inmediato a la sensación de contacto y tratará de huir.

Normalmente es posible capturar a los cocodrilos cuando se encuentran asomando la cabeza sobre la superficie del agua, pero también se puede hacer con éxito bajo el agua. Dado que el agua refracta o desvía la luz hay que tener buen cálculo visual y atraparlos introduciendo la pértiga al agua. Para un apropiado manejo de

los ejemplares, deben utilizarse pértigas extensibles a 3 m por lo menos, con cuerdas de tensión de entre 10 y 15 m. También debe contarse con, por lo menos, otra cuerda de respaldo.

En el caso de capturas efectuadas desde tierra la situación permite, en algunos lugares y circunstancias, el poder acercarse y revisar potenciales zonas de refugio, anidación, cuevas o entrar a espacios de mayor cobertura vegetal a los cuales no se puede acceder con una lancha. Sin embargo, para una captura desde tierra debe contarse siempre con alguna pértiga o vara de contención, ya que hay ejemplares que pueden salir intempestivamente del agua intentando proteger su espacio o resguardar su nido. Mediante el procedimiento a pie, las posibilidades de captura pueden ser reducidas, ya que cuando los técnicos se van acercando, las pisadas humanas generan vibraciones de baja frecuencia o, por el roce contra la vegetación, se agregan otros sonidos que los ejemplares detectan con facilidad, por lo que pueden anticiparse a los técnicos. Por las características y dificultades que representa el procedimiento a pie, y para un apropiado manejo del cocodrilo a distancia, es conveniente utilizar pértigas largas, de por lo menos 3 m, y cuerdas de tensión de entre 10 y 15 m, con cuando menos una de repuesto.

Los eventos de captura se pueden realizar durante el día o por la noche, sin embargo resultan más efectivos los nocturnos, ya que entonces se cuenta con mayor ventaja para aproximarse a los ejemplares, cuyos ojos reflejan la luz al ser atraídos o sorprendidos por las lámparas utilizadas. Por el contrario, durante el día los cocodrilos pueden ocultarse con mayor efectividad entre la vegetación circundante y pasar inadvertidos. Esto explica porqué es mayor el éxito de

las capturas emprendidas por la noche. Como se ha mencionado, son recomendables las lámparas de manos libres, que utilizan pilas recargables AA, AAA o de 6 volts y, si están disponibles, lámparas de carburo, del tipo utilizado por los mineros y espeleólogos. También es deseable contar con alguna luz de mayor alcance (tipo faro de auto) que pueda ser conectada al motor de la lancha o a una batería automotriz.

Puntualizando el procedimiento para una captura, la secuencia de acciones sería:

a) Localización del cocodrilo.
b) Determinación del tamaño aproximado del ejemplar, para decidir la táctica a emplear.
c) Aproximación sigilosa, con el lazo de acero adecuado ya montado en la pértiga.
d) Captura del ejemplar, mediante la colocación firme del lazo de acero en el cuello o mandíbula.
e) Cierre del lazo de manera oportuna y efectiva.
f) Sometimiento del ejemplar.
g) Contención eficaz del cocodrilo.
h) Inmovilización del ejemplar para manipularlo, marcarlo, tomar datos o muestras y liberarlo lo más pronto posible.

Es necesario tener presente que debe contarse anticipadamente con los elementos de apoyo legal para la captura de cocodrilos silvestres, como son permisos y autorizaciones oficiales. Estos documentos constituyen un requisito indispensable para manipular a los animales y respaldarán la labor de cada equipo de trabajo mientras se realizan los muestreos (véase el **ANEXO 2**).

Sistema de marcaje

De acuerdo con los objetivos y con la amplitud geográfica del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, el método de marcaje para el seguimiento de individuos por marca y recaptura, requiere ser: inequívoco, congruente en toda el área de trabajo, de costo alcanzable y de que las marcas tengan la máxima duración posible (Sánchez, 2009; CONABIO, 2010).

Con respecto a este punto, el método de marcaje mediante el uso de grapas metálicas inoxidables, hechas con la aleación conocida como Monel, resultó de particular interés para el monitoreo de *C. moreletii*. Durante su fabricación, estas grapas se graban en bajorrelieve con un código alfanumérico especial que es útil para el objetivo del método de MRE. El código alfanumérico de las grapas, así como la organización y operación del sistema de marcaje a utilizarse en el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, se explica en el **ANEXO 3**.

El método de marcaje con grapas presenta ventajas interesantes por su facilidad de colocación. Este método se ha probado tanto en cautiverio como en vida silvestre, y los resultados demuestran que, si son colocadas adecuadamente, pueden permanecer adheridas al ejemplar durante periodos mayores a los 10 años. El tiempo puede variar un poco dependiendo del tipo de hábitat donde se encuentren los ejemplares en vida silvestre.

Para asegurar que un individuo mantenga la marca, durante el Taller sobre Monitoreo de *C. moreletii*, se acordó que a cada animal marcado se le colocarán dos grapas con el mismo número de serie, es

decir, una en cada pata trasera entre el tercer y cuarto dedos: Con ello se espera aumentar la probabilidad de permanencia de la marca en lapsos aún mayores a los diez años y, por tanto, la oportunidad de identificación individual de ejemplares a plazos medio y largo. Además, usando dos grapas interdigitales con el mismo número de serie por ejemplar, claramente se evita interferir en estudios o investigaciones locales que utilicen otros sistemas, por ejemplo el marcaje mediante el corte de quillas.

Como cualquier sistema de marcaje, el utilizado para este programa de monitoreo requiere de mantener un riguroso manejo y control de los códigos o referencias numéricas, para evitar traslapar o equivocar marcas lo cual, de ocurrir, generaría errores importantes.

Técnicas de manejo de ejemplares

Después de capturar un ejemplar de cocodrilo, una de las acciones fundamentales que determinan el éxito del proceso de toma de datos es su manejo adecuado, es por ello que se debe saber cómo reaccionar con efectividad dependiendo de cada situación.

El manejo de ejemplares menores a los 120 cm puede ser un proceso simple, ya que cuando el cocodrilo capturado está controlado y sometido, se procede a colocarle una cinta adhesiva, liga resistente o lazo, para mantener cerradas sus mandíbulas. Asimismo, se le deben cubrir los ojos con algún paño (preferiblemente húmedo, para que no se mueva de su sitio) ya que la obstrucción de la vista reduce la posibilidad de que el animal reaccione violentamente por la percepción de los movimientos de los técnicos, además de que, en cierta forma, se reduce el estrés del animal capturado. Algunas personas

suelen atar los brazos y piernas del cocodrilo, tensándolos sobre el dorso del cuerpo, pero esto no se considera recomendable ya que son áreas muy delicadas y, durante los intentos de escape del ejemplar, la presión en las muñecas o los tobillos puede llegar a interrumpir la circulación sanguínea, con el posible riesgo de ocasionar gangrena; o promover que, por alguna reacción espasmódica del ejemplar, éste pueda dislocarse algún miembro.

Por otro lado, respecto al manejo de ejemplares mayores a los 120 cm, siempre debe contarse con el apoyo de una o más personas, listas para actuar de inmediato. Particularmente, cuando se trata de ejemplares mayores a los 200 cm, éstos se deben controlar cerrándoles las mandíbulas cuanto antes, con el apoyo de un lazo, cuerda o soga a distancia. Otra alternativa es someterlo de la siguiente manera: si se trata de algún ejemplar capturado desde la lancha, deben dársele unos minutos en el agua liberándole algo de cuerda según sea prudente, con esto se logra que al resistirse gire enredándose en ella, lo que le obligará a gastar un poco más de energía. Se recomienda el uso de cuerdas de entre 10 y 15 m de longitud. Una vez que disminuya la combatividad del ejemplar, se le debe acercar al costado de la lancha y subir su cabeza (o al menos sacarla del agua). Después se debe buscar la manera de introducir una piola o lazo para cerrar sus mandíbulas a distancia, teniendo mucha precaución al hacerlo, puesto que el ejemplar aún puede girar inesperadamente o reaccionar mordiendo erráticamente como se observa en la **Figura 5.12 (A - I)**.

Si se va a manejar a un ejemplar en tierra, con el máximo de precaución posible, se le debe detener sujetándolo del cuello o de la propia mandíbula. Con apoyo de otro técnico, se debe hacer la tensión doble

Figura 5.12. Demostración de captura de un cocodrilo de pantano de 1.90 m; de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, las imágenes muestran: **(A y B)** el uso de una cuerda de alta resistencia para lazar el cuello del ejemplar. **(C, D, E** y **F)** aplicación de un bozal a distancia para cerrarle el hocico. **(G, H** e **I)** manipulación de seguridad para el acercamiento, sujeción, contención y estado listo para manejo.
Fotografías: J. Domínguez-Laso y M. Martínez-Aeyón

sujetando la cola (**ver Figura 5.13**). El técnico prosigue con la llamada monta hacia la sección sacra y se va desplazando hacia la cadera o zona basal de la cola para quitarle al cocodrilo todo posible punto de apoyo,

por ejemplo jalando las patas hacia atrás y dando otro movimiento para quitar el punto de apoyo de las manos, jalándolas igualmente hacia atrás. Al hacer este movimiento un tercer técnico, o en su defecto quien inicialmente hace el jalón de la cuerda del cuello, debe montarse sobre la zona sacra y caudal para evitar que el animal se sacuda, gire o reaccione de manera imprevista. El técnico que se encuentra sujetando el cuello del ejemplar debe colocar un trapo o franela para cubrirle los ojos e ir deslizando las manos desde donde está sujetando la base de la mandíbula inferior y superior, aproximándolas poco a poco hacia el extremo del hocico, manteniéndolo cerrado con firmeza. Para inmovilizarlo se puede recurrir a levantar el cráneo del ejemplar en un ángulo de unos 45 o hasta 60° hacia atrás (**Figuras 5.13, 5.14 y 5.15**).

Figura 5.13. Procedimiento de manejo de un ejemplar de cocodrilo de pantano de 1.90 m mediante el método de tensión doble, esto es, jalándolo en sentidos opuestos. Fotografía: J. Domínguez-Laso

Figura 5.14. Tensión doble para el apropiado manejo de un ejemplar de 1.50 m. de cocodrilo de pantano.
Fotografía: M. Martínez-Aeyón

Los músculos que cierran las mandíbulas son muy fuertes, pero no los que las abren, por lo cual es posible mantener el hocico cerrado como se explicó arriba. De esta forma se puede colocar, ya con seguridad, un amarre firme del hocico, ya sea con una liga gruesa o con alguna piola o lazo (o incluso cinta). Este puede ser otro momento para tapar los ojos del cocodrilo con la franela, si es que no se le cubrieron antes del movimiento para cerrarlo; de esta forma, el ejemplar quedará debidamente contenido.

Cuando un ejemplar es manejado desde la lancha, antes de subirlo a ésta hay que cerrarle el hocico. Si el tamaño y peso del ejemplar lo

Figura 5.15. Manejo con el método de tensión doble en el hocico y una tercera con la tensión de la cola para controlar y manejar a un ejemplar de cocodrilo de pantano de 3 m. Fotografía: M. Martínez-Aeyón

permiten, así como el tamaño de la lancha, se le debe subir con toda precaución para no voltear y hundir la embarcación (Figura **5.16, A - E**). Sin embargo, si el ejemplar es de talla considerable o se cuenta con una lancha muy inestable, lo recomendable es arrastrarlo atado y

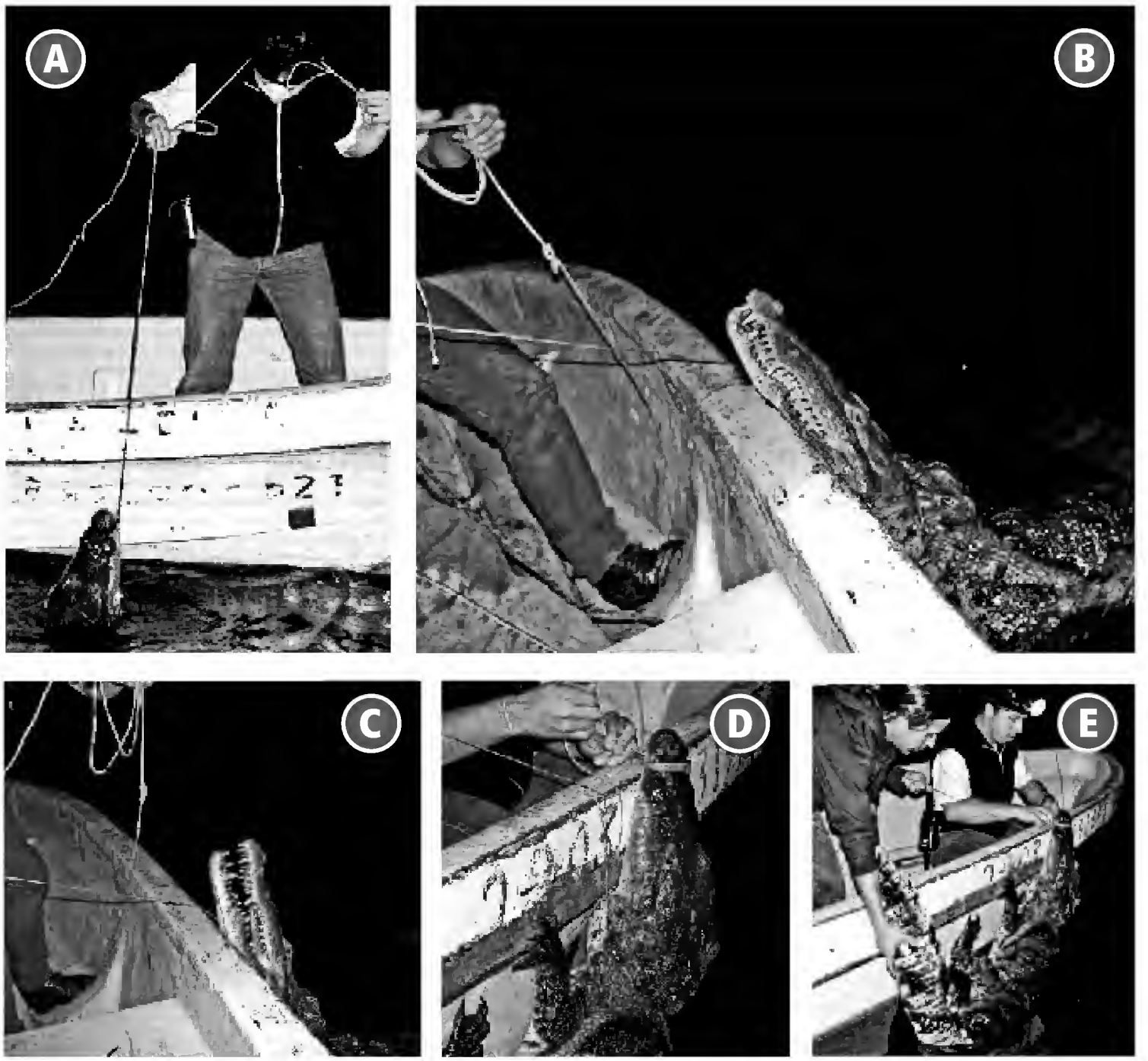


Figura 5.16. Captura de un ejemplar de 2.70 m sobre una lancha.
De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, se muestra:
(A) sujeción del animal con lazo de acero en el cuello.
(B, C y **D)** acercamiento del cocodrilo a la lancha para cerrar el lazo y el hocico con apoyo de otra cuerda.
(E) Finalmente, el animal es contenido sujetándole la cola y patas para así subirlo a la embarcación o llevarlo a una orilla para procesar al ejemplar con mayor seguridad.
Fotografías: Martínez-Aeyón, M

buscar alguna orilla en tierra donde se pueda desembarcar, jalando hacia afuera al cocodrilo y aplicar el procedimiento de contención descrito líneas arriba. Tal como se mencionó, es importante tener como principales puntos de apoyo la zona sacra o caderas y el cuello del ejemplar. Igualmente, para el procedimiento en tierra deben jalarse patas y manos hacia atrás para evitar que el reptil disponga de puntos de apoyo y pueda reaccionar de forma contundente.

Los tiempos de manejo para contener a un cocodrilo pueden variar entre 5 y 20 min o hasta un poco más, según la experiencia de cada manejador y las particulares características de la talla y complexión de los ejemplares, la embarcación, el sitio de captura y la situación concreta.

5.3. Llenado del Formato para Marcaje y Recaptura de Ejemplares (MRE)

Después de que un cocodrilo ha sido capturado de manera segura para él y los técnicos, debe seguir la toma cuidadosa y exacta de los datos morfométricos y otros que se especifiquen en el Formato MRE del protocolo de monitoreo para *Crocodylus moreletii* (**ver Cuadro 5.1**). Esto debe hacerse con eficacia y eficiencia, puesto que el tiempo de contención no debe ser muy largo, sólo el suficiente para tomar los datos completos. Con la experiencia, es posible hacerlo en un tiempo razonable. Se debe tener conocimiento previo y estar familiarizado con las mediciones a tomar. Pero en cualquiera de las situaciones, entre mayor sea el tiempo de contención de un ejemplar de cocodrilo, mayor será el nivel de estrés o acumulación de acido láctico que se pueda presentar, lo cual le puede ocasionar problemas al ser liberado.

Al principio de cualquier recorrido efectuado con el propósito de desarrollar el muestreo por MRE se deberán anotar, en el Formato MRE, los nombres de la Región de Coordinación (RC), Unidad de Monitoreo (UM), Ruta de Monitoreo (R) y, si ésta estuviese dividida en segmentos, el Sitio (S); así como la Clave de Sitio (ver cuadros del capítulo sobre Diseño Geográfico). Asimismo, debe quedar anotado el año, mes y día del muestreo, los nombres de las personas participantes, el medio de transporte, la distancia recorrida y el *Datum* (del GPS con que se tomarán las coordenadas de las capturas).

El Formato MRE incluye espacios dedicados para anotar los datos específicamente acordados para el programa de monitoreo, lo que exige un escrupuloso apego a las técnicas estándar en cada caso.

A continuación se explica la forma adecuada de obtener la información requerida por el Formato MRE.

Especie

Crocodylus moreletii y *C. acutus* tienen una distribución que, en algunas áreas que serán monitoreadas por el Programa, es simpátrica y en donde se ha reportado que hay hibridación entre ambas especies. Por lo anterior, el Formato MRE incluye un campo para registrar la especie a la que pertenece el individuo capturado, en donde se deberá colocar *C. moreletii*, *C. acutus* ó "posible híbrido".

Coordenadas de captura

Los datos de coordenadas de posición geográfica de cada captura se registran con un equipo receptor portátil GPS, utilizando el formato de grados, minutos y segundos, tanto para latitud como para longitud.

Con el propio GPS se toma la hora correcta a la que ocurrió la captura. Es importante trabajar con el ejemplar, si es posible, en el sitio en donde se capturó o, si por alguna razón se debe trasladar a otro punto para manipularlo, el punto a registrar es el de la captura. Esto se debe a que, entre otras cosas es el dato original, y es en donde posteriormente se debe liberar el ejemplar, pues éste pudo haber estado cerca de su refugio habitual (o al menos, de su área de confort). Cuidando los aspectos antes mencionados, se logra obtener datos geográficos adecuados y se reducen potenciales problemas relacionados con territorialidad u otros riesgos para los individuos marcados que se liberen.

Temperaturas y determinación del sexo del ejemplar

Se debe tomar la temperatura del agua y del aire al momento de capturar a un ejemplar. Además se debe registrar lo antes posible su temperatura cloacal, con lo que se evita que cambie mucho con respecto al momento en que se tomaron las correspondientes del agua y del aire.

Puede aprovecharse el momento de registrar la temperatura cloacal para determinar el sexo del cocodrilo capturado. Esto puede hacerse mediante tacto cloacal, esto es, para el caso de ejemplares mayores a los 120 centímetros de largo, se introduce un dedo para tratar de sentir la presencia o ausencia del pene. Para los ejemplares menores se puede utilizar un rinoscopio de tipo pinza, o uno de visualización asistida por iluminación. El rinoscopio se introduce en la cloaca que, al abrirse, permite observar la estructura sexual de la hembra o del macho. Si se tuviese alguna duda o si el ejemplar fuera aún muy pequeño y no fuera posible determinar el sexo por ninguna de las dos técnicas antes descritas, se puede recurrir a una tercera que consiste

en poner al ejemplar en posición de decúbito dorsal. Esta posición consiste en sujetar del cuello al ejemplar con la mano izquierda y con la mano derecha, se ejerce una ligera presión con dos dedos hacia abajo y hacia arriba sobre la cloaca. Con esta técnica lo que normalmente surge es un par de glándulas de almizcle que es importante no confundir con el aparato reproductor. Cuando un ejemplar es macho, se logra evaginar el pene que resulta notorio al centro de la cloaca. Si en un par de intentos no se logra observar al pene, sería muy subjetivo decir que se trata de una hembra, por lo que es mejor registrar al individuo como indeterminado. En el Formato MRE, se debe escribir *F* si el ejemplar es una hembra; *M* si es macho y si no se pudo determinar, se rotula con una *I* (indeterminado). En las **Figuras 5.17 a 5.20** se detallan gráficamente los procedimientos.

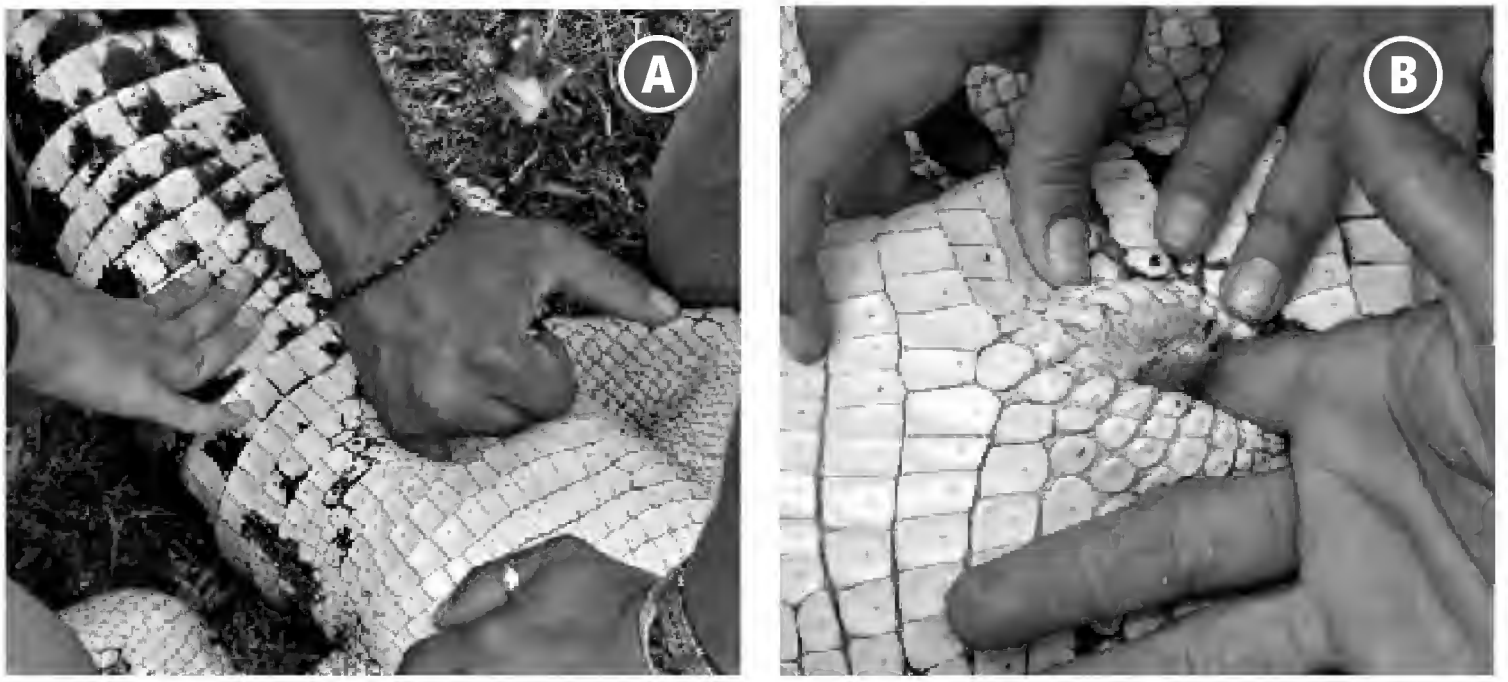


Figura 5.17. Determinación del sexo de un ejemplar mediante el método de tacto cloacal **(A)** Observación del aparato reproductor (pene) del cocodrilo. **(B)** Al tacto se puede sentir una estructura rígida en el caso de los machos, mientras que con las hembras solo se logra sentir una protuberancia menor (clítoris-pene). Fotografías: J. Domínguez-Laso

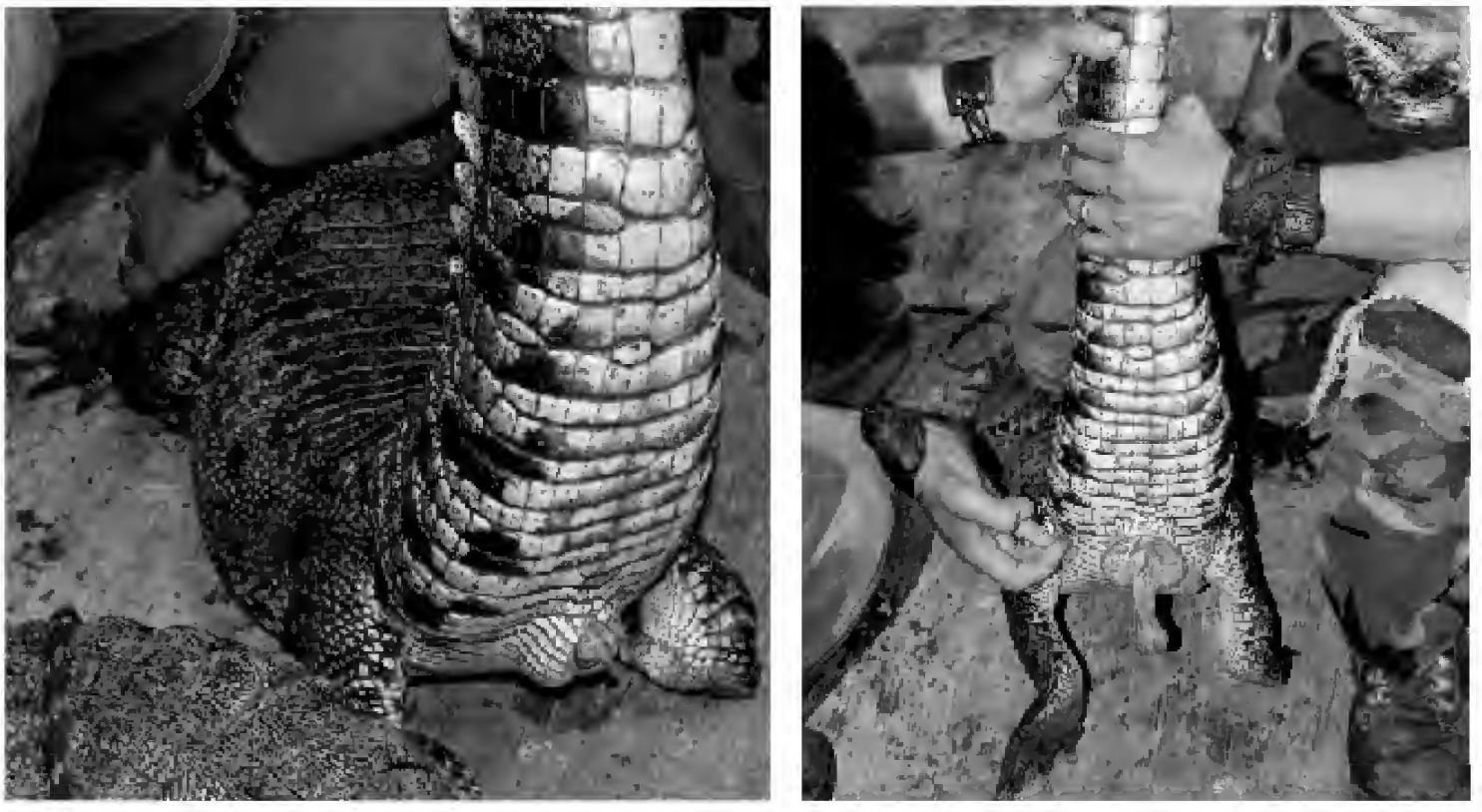


Figura 5.18. Determinación del sexo mediante el método de evaginación. Como se ve en las imágenes, en los machos se promueve la protrusión del pene con la posición y el estímulo que se genera al levantarles la cola. En el caso de las hembras con este procedimiento no hay estructura visible. Fotografía: M. Martínez-Aeyón

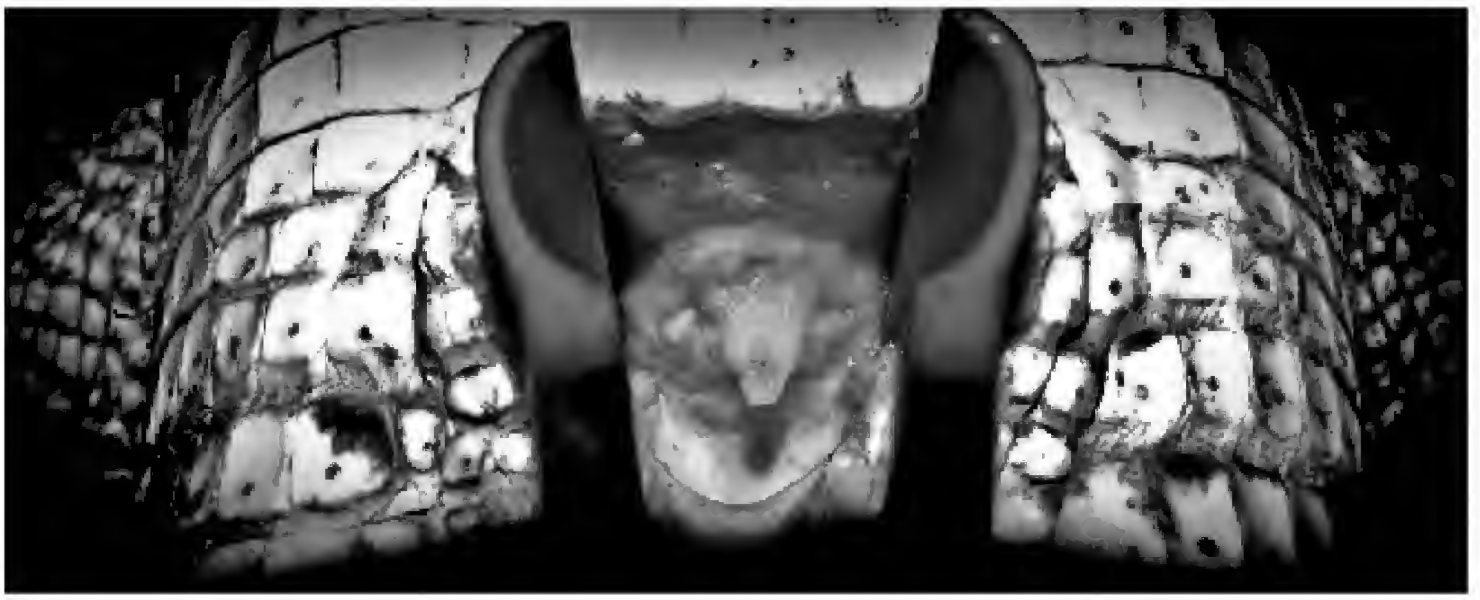


Figura 5.19. Método para la revisión de la cloaca de un cocodrilo con un rinoscopio. Así se puede observar la estructura del aparato reproductor femenino.
Fotografía: J. Domínguez-Laso

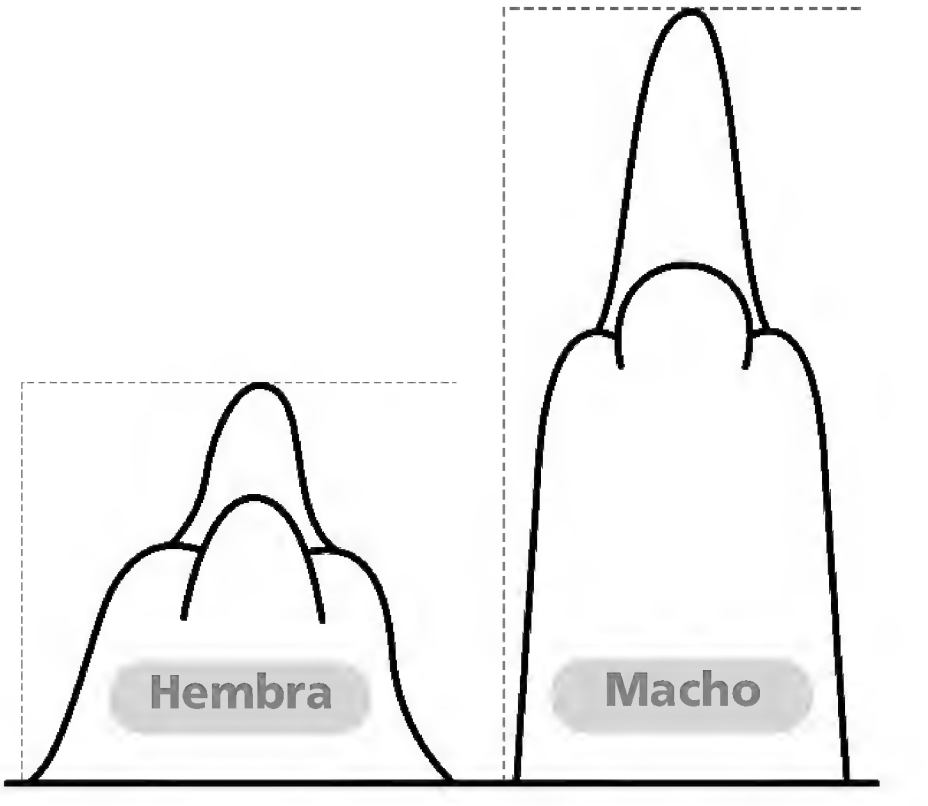


Figura 5.20. Esquema del aparato reproductor visible de la hembra y del macho de ejemplares de crías del cocodrilo de pantano. Imagen: J. Domínguez-Laso

Marcaje de un ejemplar capturado

Cuando se captura un ejemplar, se procede a aplicar, lo antes posible, la grapa metálica en cada pata trasera, cuidando que ambas tengan exactamente la misma numeración de serie o código de marcaje del programa de monitoreo (ver sección sobre el Sistema de Marcaje en este capítulo más arriba y el **ANEXO 3** del Manual). Esto se hace con el fin de asegurar la permanencia de la marca. Las grapas son de tamaño mediano a fin de poder colocarlas en ejemplares de todas las tallas y, se colocan con ayuda de una pinza especial de aplicación. Las grapas se colocan específicamente, en las membranas interdigitales de las patas traseras, entre el dedo tercero y cuarto. Este procedimiento resulta práctico, virtualmente indoloro para el reptil y la marca tiene una mayor probabilidad de permanencia en un periodo

largo (mayor a los 10 años) dependiendo de los ambientes y de que se haya colocado adecuadamente. Se debe cuidar que la cara de la grapa que contiene el código, estando el ejemplar en posición normal, quede siempre hacia arriba, para que así, el técnico que lo recapture pueda leerla con facilidad (**Figuras 5.21 y 5.22**).

Figura 5.21. La grapa debe colocarse de modo que sea visible fácilmente, estando el cocodrilo en posición normal. Debe cuidarse que el borde de la grapa no bloquee la extensión de la membrana. Fotografías: B. Terroba / J.Domínguez-Laso

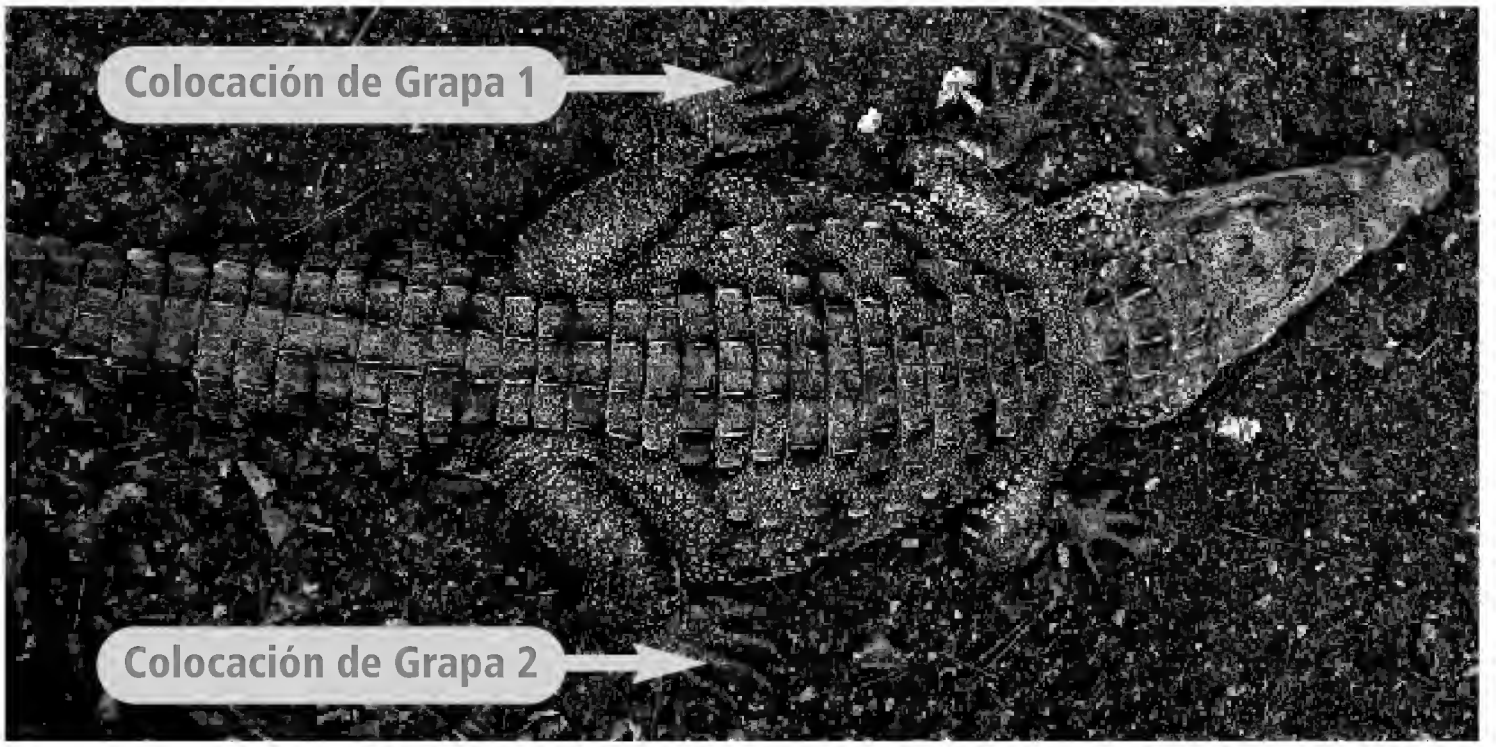


Figura 5.22. Ubicación de las dos marcas de un ejemplar.
El par de grapas son metálicas, inoxidables, ambas con el mismo número de serie.
Fotografía: J. Domínguez-Laso

Si el ejemplar que se ha capturado ya tiene una grapa del programa de monitoreo, se debe registrar su código en el Formato MRE en el espacio correspondiente a ***recaptura***.

Puede ocurrir que un ejemplar capturado durante el muestreo MRE tenga una marca con grapa de algún proyecto distinto al programa de monitoreo, en cuyo caso el tipo de código numérico sería distinto al oficial de este programa. Por otro lado, si un ejemplar pierde una grapa, normalmente se apreciara el orificio donde se encontraba dicha marca (en ocasiones se puede ver la membrana desgarrada), pero no se debe suponer *a priori* que es el caso, pues igualmente pudo haber sido alguna lesión casual y coincidente (ver más adelante sección 4.7 sobre las marcas, naturales o de otro tipo, que pudiera

tener previamente un ejemplar). De cualquier manera, se debe anotar esta información en la sección de notas del Formato MRE, junto con el número de marca oficial del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala.

Peso del ejemplar

Se medirá el peso del ejemplar, siempre referido en gramos. Para ello puede utilizarse una pesola, balanza, romanas o báscula de campo, con tal de que cuente con la suficiente precisión para obtener un dato fiable para el tamaño de animal que se esté manipulando. De hecho es recomendable tener a mano más de una pesola, una pequeña que tenga una capacidad de, por ejemplo, 2 kg y una grande de entre 1 y 100 kg. Cuando se trata de pesar ejemplares pequeños (menos de 60 cm), basta con colocarles una liga por debajo de los hombros para sujetarlos a la báscula o atarlos con una piola ligera; esto es simplemente haciendo un arnés en el pecho, o entre el pecho y la zona pelviana (para ello hay que considerar que el peso de la piola sea insignificante). Por otro lado, para pesar ejemplares de hasta 120 cm se pueden usar redes, amarres por debajo de los hombros y en la base de la cola. También se le puede amarrar en forma circular para concentrar su peso y contener al ejemplar o se puede tener a la mano un costal de red o malla en donde se mete al cocodrilo. En este último caso, primero se pesa el costal para luego restar ese peso de la lectura obtenida del costal con el cocodrilo dentro.

Para pesar ejemplares medianos y grandes que fueron capturados en la lancha, se debe contar con una báscula de colgar adecuada (de al menos 100 kg, de preferencia más). Sin embargo, debido al problema que representa mantener el equilibrio sobre una lancha al mismo

tiempo que se pesa un ejemplar, es recomendable buscar algún sitio para trabajar en tierra. Será necesario hacer un amarre que rodee bien al cocodrilo para poder balancear su peso y así poder pesarlo de forma efectiva. Para ello, el personal puede apoyase de alguna rama de árbol resistente o tubo, al cual se sujeta la báscula con el cocodrilo atado. Si la báscula se sostiene de un tubo, dos o tres personas sujetan los extremos del tubo para suspender al ejemplar en el aire, sin que tenga contacto o o se recargue en ningún punto y alguien más toma el valor del peso.

Las **Figuras 5.23 a 5.25** muestran distintos procedimientos para pesar ejemplares de cocodrilo según su talla.

Figura 5.23. Pesado de ejemplares menores de 60 cm con el uso de una liga y una pesola con capacidad de 1 kg.
Fotografía: J. Domínguez-Laso

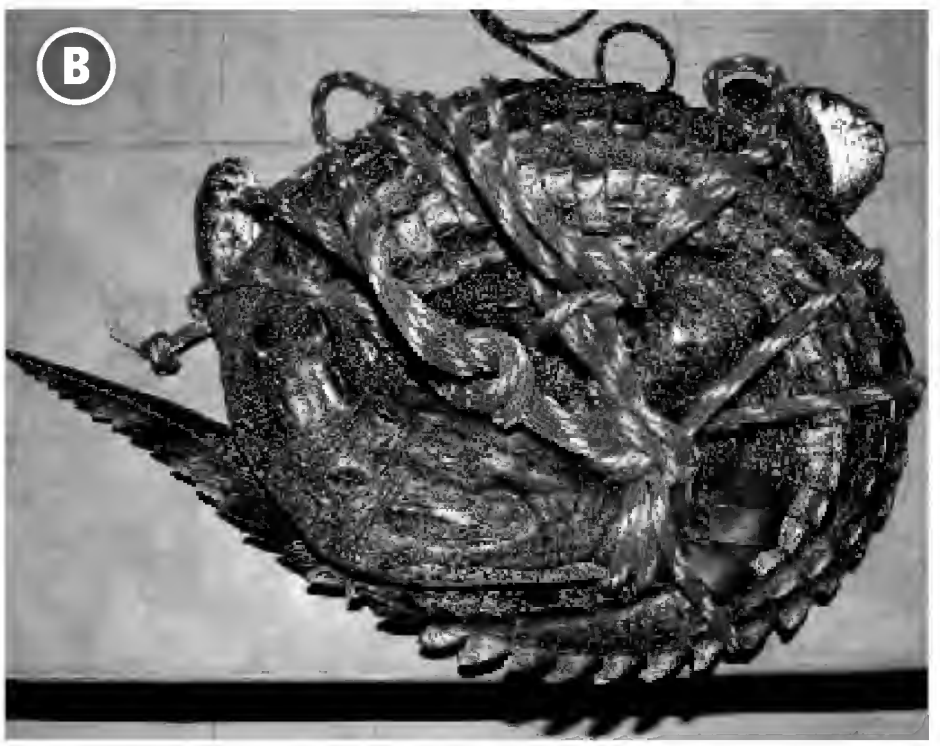


Figura 5.24.
(A) Pesado de ejemplares medianos menores de 120 cm con el uso de una red y una pesola de 10 kg. **(B)** Se muestra cómo atar a estos ejemplares en forma circular para contenerlos mejor.
Fotografías:
J. Domínguez-Laso

Figura 5.25.
(A) Esquema para obtener el peso de ejemplares mayores de cocodrilo (en la imagen, un *C. moreletii* de 3.18 m) utilizando el amarre circular para contenerlo con firmeza. **(B)** Para este tipo de ejemplares se pueden usar básculas romanas o pesolas de más de 200 kg.
Fotografías:
J. Domínguez-Laso

Datos morfométricos

Para el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala se recomienda hacer siete mediciones:

- Dos dimensiones generales del cuerpo (longitudes).
- Cuatro mediciones del cráneo.
- Una medición del perímetro en la base de la cola.

Las dos primeras ofrecen el dato directo de la talla. Las cuatro medidas del cráneo, son indicadores sobre su morfología. La medida del perímetro en la base de la cola proporciona un índice útil del estado general de salud aparente en que se encuentra el individuo, para ello es necesario comparar su proporción con otras medidas del cuerpo y con otros ejemplares de talla parecida.

Todas las mediciones deben tomarse en centímetros o convertirse a estos, si las medidas fueron tomadas con otro sistema de medición. El objetivo de tener las medidas en el mismo tipo de unidades es homogeneizar la captura de la información y alcanzar la precisión suficiente. Para efectuar todas las mediciones debe utilizarse cinta métrica flexible.

El presente programa de monitoreo recomienda hacer las dos mediciones generales del cuerpo por la parte ventral del ejemplar o en posición de decúbito dorsal, de la siguiente manera: la longitud total (LT) del ejemplar se mide colocando la cinta métrica desde el extremo del cráneo (la punta del hocico) hasta la punta de la cola (**Figura 5.26**). La longitud hocico – cloaca (LHC) se mide desde el extremo del cráneo, esto es, desde la punta del hocico, hasta el punto de inicio

de la cloaca. La **Figura 5.26** muestra un esquema de referencia para la obtención de la LT y LHC. La LT se usará para identificar la categoría de talla a la que pertenece un ejemplar, como se han definido para este programa de monitoreo de la especie.

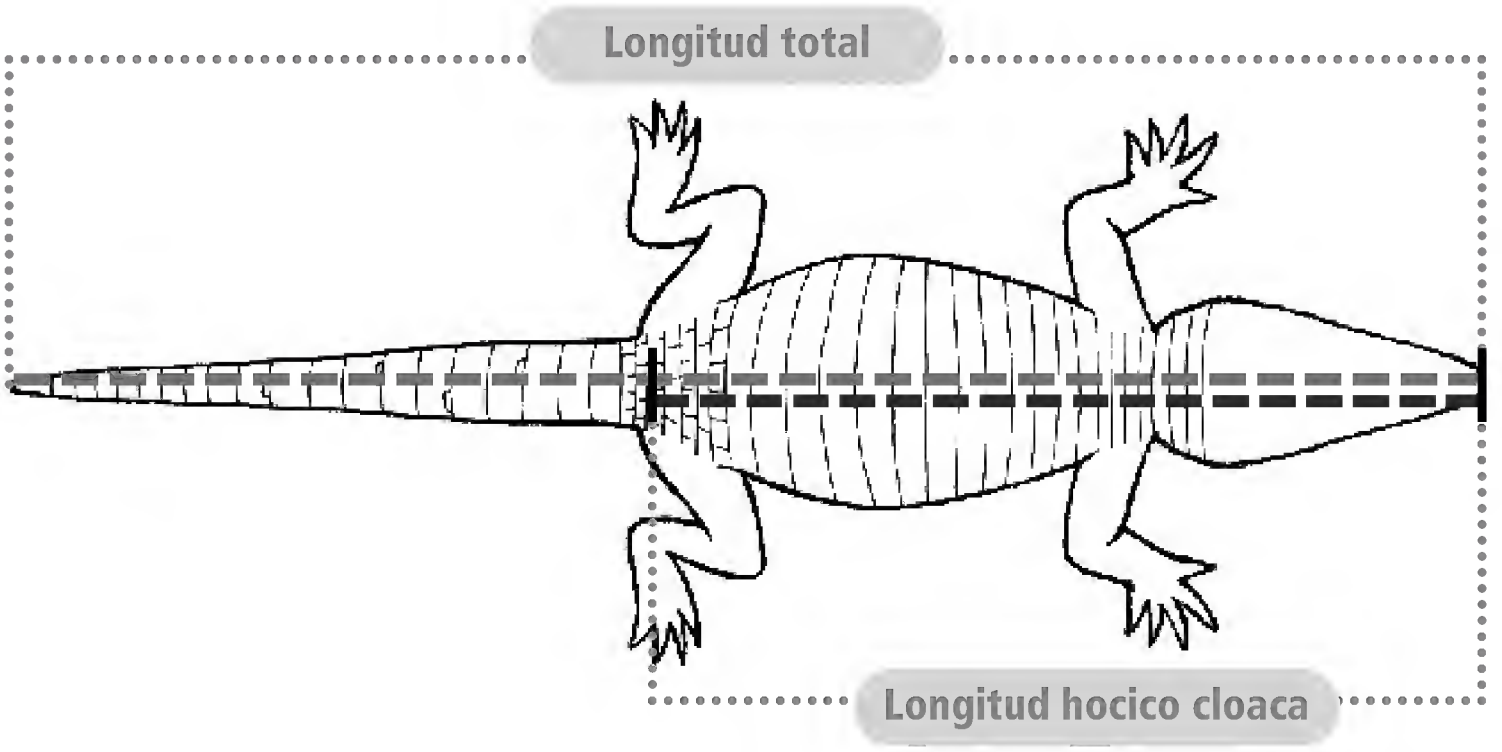


Figura 5.26. La manera correcta de tomar las medidas de longitud total (LT) y longitud hocico – cloaca (LHC) es en posición ventral. Imagen: S. Padilla-Paz

Se debe colocar al ejemplar en posición de decúbito dorsal (vientre arriba), extendido lo más posible, de modo que quede totalmente recto sobre una superficie plana (**Figura 5.27**). Para la LT se medirá desde el extremo del cráneo o punta del hocico, hasta la punta de la cola, y para la LHC se mide desde la punta del hocico hasta el punto de inicio de la cloaca. Cuando un animal tiene alguna mutilación o le falta alguna sección de la cola, se deberá hacer la observación pertinente y valorar si se debe considerar la sección faltante para definir la clase a la que pertenece el ejemplar.

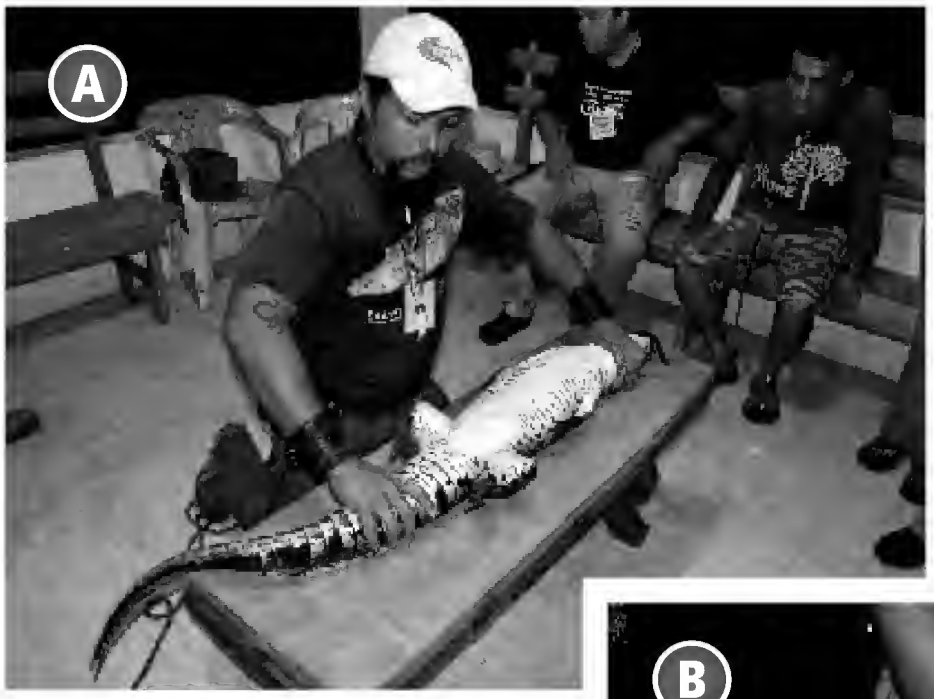


Figura 5.27.
(A) Colocación para medir a un ejemplar de cocodrilo de menos de 150 cm. **(B)** longitud total (LT) y **(C)** longitud hocico-cloaca (LHC). Fotografías: M. Martínez-Aeyón y J. Domínguez-Laso

Las cuatro mediciones craneanas (**Figura 5.28**) que se tomarán durante el programa de monitoreo son: la longitud total del cráneo (**LTC**) que se mide en línea recta desde el extremo del hocico hasta el

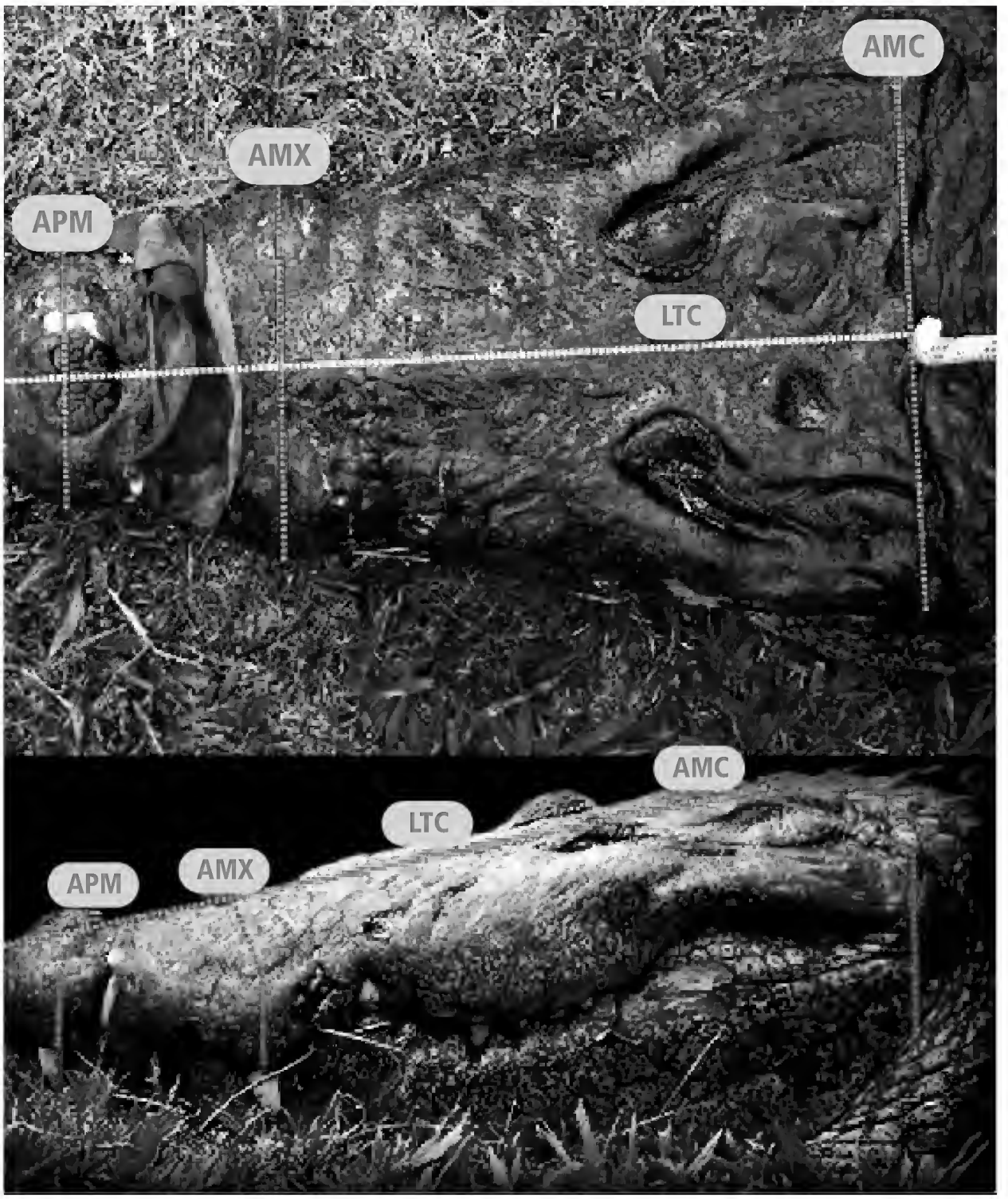


Figura 5.28. Medidas craneales que deben tomarse.

borde posterior del hueso supraoccipital; la Anchura Mayor del Cráneo (**AMC**) se mide transversalmente, entre los extremos de los huesos cuadrados; la anchura entre las protuberancias maxilares (**AMX**); y la anchura entre las protuberancias premaxilares (**APM**).

Otro dato que se necesita para el monitoreo mediante MRE, es la medición de la circunferencia o perímetro, en la base de la cola (**Figura 5.29**). Con el fin de contar con datos homogéneos, se debe recordar que esta medida debe reportarse en centímetros y debe ser registrada a la altura de la tercera línea transversal de escamas caudales, posterior a la pelvis, aplicando el factor de condición de Fulton (Zweig, 2003; Rice, 2004; Nash *et al*., 2006; Padilla, 2008). Esta medida tiene que ver con el índice corporal, que es una manera de evaluar el estado general de salud del ejemplar en relación con la biomasa corporal y las condiciones del ecosistema.

Con el fin de documentar el aspecto de la cola (turgente o emaciado) el Formato MRE (ver **Cuadro 5.1**) incluye un apartado en el que se puede anotar si se tomó o no una fotografía de la superficie lateroventral de la cola. Esta fotografía también permite documentar la presencia o ausencia de series incompletas de escamas que es una de las características más confiables para determinar si el ejemplar pertenece a la especie *C. moreletii* (véase la guía de identificación en el capítulo 7 de este Manual). Esto a su vez, permite detectar Rutas en las que coexistan *C. moreletii* y *C. acutus* y donde potencialmente pudiera presentarse hibridación. Es importante cuidar que la fotografía esté rotulada utilizando el código de la marca del ejemplar, de modo que no se confunda con la de otro. Una manera práctica de hacerlo es cuidando que en la

Figura 5.29.
Esquema que ilustra la manera de tomar las medidas del ancho y circunferencia o perímetro de la base de la cola.
Fotografía:
J. Domínguez-Laso

foto se vea la grapa con el número del ejemplar, esto se puede lograr acercando lo más posible, la pata trasera al área de la cola que se fotografiará. Si no es posible hacer que la grapa y su número se vean claramente, éste se puede escribir en un papel y colocarlo junto al área de la cola que se esté fotografiando. Por otra parte, el nombre del archivo de la fotografía debe incluir tanto el código de la marca como la fecha de captura (por ejemplo MX0001-01Ene2011.jpg, MX0002-01Ene2011.jpg, etc.).

Antes de salir a realizar los muestreos para captura, marcaje y recaptura de ejemplares (MRE) es indispensable contar con todo el equipo y material necesario para el trabajo de campo. En el **ANEXO 1** se presenta una lista que incluye los equipos y materiales de uso más frecuente para esta actividad, sin embargo, no es limitativa y permite la adición de aquellos otros que cada Región de Coordinación requiera, según sus condiciones específicas.

5.4. Toma opcional de muestras de los ejemplares capturados

En las primeras etapas del programa de monitoreo no es obligatorio obtener datos a partir de muestras de tejido, sangre o de otro tipo. Sin embargo, se puede aprovechar el momento de captura de un ejemplar, para obtenerlas. Ejemplos de estas muestras son pequeñas biopsias como lo serían mínimas cantidades de tejido provenientes del corte de alguna quilla, de cresta caudal o de alguna otra parte de la piel **(Figura 5.30**). Estas muestras son útiles para efectuar pruebas de ADN y otras que puedan aportar información acerca de las características genéticas de las poblaciones muestreadas.

Figura 5.30. Ejemplo de toma de una muestra de tejido a partir del corte de una quilla caudal. Fotografía: J. Domínguez-Laso

Las biopsias pueden obtenerse rápidamente pero se debe tener el máximo grado de cuidado de no contaminar la muestra de un ejemplar con sangre u otros tejidos provenientes de otro animal. Con el propósito de evitar este problema, es deseable utilizar, para cada muestra, una hoja de bisturí nueva y un guante desechable nuevo (Ó. Sánchez, com. pers., 2010). Sin embargo, en situaciones no óptimas, antes de tomar una muestra se puede recurrir a limpiar con alcohol una navaja previamente usada y luego flamearla. Las muestras de, por ejemplo, un cubo de 5 mm por lado, deben colocarse inmediatamente en viales de tapa hermética con alcohol etílico (etanol) en cantidad de

al menos 10 veces el volumen de la muestra de tejido (en el caso de un cubo de 5 mm serían unos 50 mililitros). Se recomienda utilizar etanol 100%, no la mezcla de etanol y agua al 70% que se usa para curaciones y que está disponible en farmacias.

En cuanto se hayan colocado en el vial la muestra de tejido y el líquido, éste se debe rotular por fuera con el código de la grapa del ejemplar y la fecha. El rótulo debe hacerse con una tinta indeleble resistente y cubrirla con cinta adhesiva transparente para evitar que se borre accidentalmente. Esta información también debe quedar anotada en la sección para anotaciones especiales del Formato MRE.

También se pueden tomar muestras de sangre, para análisis de genética molecular, entre otros posibles análisis. Para extraer sangre se debe considerar el peso del animal (Lillywhite y Smits, 1984; Strik *et al.*, 2007). Por ejemplo, para ejemplares de más de un metro de longitud se sugiere obtener únicamente de 3 a 6 ml de sangre. Si es necesario extraer sangre de ejemplares más pequeños (50-60 cm) esto se debe hacer con mayor precaución y en menor cantidad (3 ml máximo). No se recomienda extraer sangre de neonatos (30-40 cm). La sangre puede obtenerse con el uso de jeringas hipodérmicas o de agujas especiales para Vacutainer®, utilizando la técnica de punción de la vena yugular profunda a la altura de la zona nucal (en la nuca; **Figura 5.31**). También se puede extraer sangre de la vena coccígea (a la altura del cóccix) o de la zona caudal. Esto requiere experiencia previa y mayor práctica, para no ocasionar daños innecesarios al ejemplar, por ejemplo si se coloca equivocadamente la aguja en áreas de la columna, se pueden dañar las vértebras cervicales o la médula espinal y hay el peligro de extraer líquido cefaloraquídeo (Strik *et al.*, 2007; Padilla, 2008).

Cuando se extrae sangre ésta se coloca en los tubos Vacutainer® con algún anticoagulante. Los anticoagulantes recomendados son heparina de litio o sodio para análisis bioquímicos (Campbell, 1996; Köhler, 2006, Strik *et al.*, 2007; Padilla *et al.*, 2009). La sangre y el anticoagulante se agitan, cuidando que ambos se mezclen bien. Si las muestras serán utilizadas para análisis genéticos (por ejemplo para ADN), éstas se deben refrigerar (no es necesario congelarlas). Para pruebas de otro tipo se utilizan los tubos Vacutainer® Serum. Los recipientes se deben rotular de la manera descrita para la muestras de otros tejidos.

Figura 5.31. Ejemplo de toma de una muestra de sangre por medio de punción de una vena en la región nucal. Fotografía: J. Domínguez-Laso

Cuadro 5.1. Formato MRE: Muestreo por Marca y Recaptura de Ejemplares del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)* México-Belice-Guatemala.

Formato MRE: Muestreo por marca y recaptura de ejemplares

(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)

Región de Coordinación (RC) _____

Unidad de Monitoreo (UM) _____

Ruta (R) _____

Sitio (S): _____ Clave de Sitio: _____

Año: _____ Mes: _____ Día: _____

Participantes (iniciales y apellido): _____

_____

Medio de transporte utilizado durante el muestreo: _____ Distancia recorrida: _____ km

Datum: NAD27 ( ) ó WGS84 ( )

Datos de captura, marca y recaptura de cocodrilos (parte I)

No. Ejem.	Especie	Coordenadas Latitud			Coordenadas Longitud			Hora	Min	Temp. agua (°C)	Temp. aire (°C)	Temp. cloaca (°C)	Sexo (F, M, ó I)	Peso (g)
1		°	´	″	°	´	″							
2		°	´	″	°	´	″							
3		°	´	″	°	´	″							
4		°	´	″	°	´	″							
5			´	″	°	´	″							
6		°	´	″	°	´	″							
7		°	´	″	°	´	″							
8		°	´	″	°	´	″							
9		°	´	″	°	´	″							
n		°	´	″	°	´	″							

Datos de captura, marca y recaptura de cocodrilos (parte II)

No. Ejem.	Dimensiones generales		Dimensiones del cráneo				Perímetro base cola (cm)	Código del par de grapas	Recaptura (Sí / No)	Foto base cola (Sí / No)	Muestra de Tejido (Sí / No)
	LT (cm)	LHC (cm)	LTC (cm)	AMC (cm)	AMX (cm)	APM (cm)					
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
n											

Nombre y firma de quien llenó el formato: _____

Notas: *(Si requiere hacer anotaciones especiales sobre ejemplares que lo requieran, utilice este espacio, cuidando de asociar dichas notas con el código de grapa del ejemplar)* _____

_____

_____

- La Clave de Sitio puede consultarse en el capítulo de Diseño Geográfico del Manual de Procedimientos.
- Marcar el Datum utilizado con una **X**.
- La especie se indicará con *C. moreletii*, *C. acutus*, *C. crocodilus* ó híbrido (*C. moreletii* x *C. acutus*). Podrán utilizarse las marcas (grapas) del programa de monitoreo para marcar *C. acutus* ó híbridos si se considera pertinente, incluyendo la información correspondiente en el formato.
- El sexo se indicará con M para machos, F para hembras ó I para indeterminado.
- Las mediciones deberán hacerse conforme a las normas del Manual de Procedimientos y al esquema y figuras asociadas.
- Las fotografías que se anexen para ilustrar el patrón de escamas del vientre y de la cola deberán tomarse, rotularse y remitirse en formato digital a la CONABIO en la forma descrita en el Manual de Procedimientos.
- Si se llega a tomar una muestra de tejido para su posterior análisis, deberá hacerse conforme al Manual de Procedimientos, cuidando de rotular claramente cada muestra con su respectivo código de grapa del ejemplar.
- Las horas se deben expresar en formato de 24.

5.5. Recomendaciones sobre seguridad

En cualquiera de los tipos de muestreo del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala (EMH, DVN, MRE, USN), es indispensable darle prioridad a la seguridad del equipo de trabajo. Dentro de este tema es particularmente relevante el *NO PORTAR ARMAS DE FUEGO O EXPLOSIVOS*. Considerando que actualmente la situación social se encuentra en tensión extrema, es indispensable, en cada sitio de monitoreo, hacer contacto y acercarse previamente con las autoridades y comunidades locales, el objetivo es hacerles saber de la presencia del equipo y de la naturaleza del trabajo que se realizará. Este contacto también es una oportunidad para conocer la situación local, e incluso solicitar el apoyo de guías del lugar para facilitar la labor y aumentar el nivel de seguridad en el sitio. En general es necesario estar siempre alerta respecto al entorno en el cual se desarrolla el trabajo.

Es de suma importancia que todos los involucrados dentro del equipo de trabajo de campo tengan pleno conocimiento de lo que se va a realizar. Asimismo, que cuenten con información referente a la importancia de aplicar siempre las medidas de seguridad pertinentes. También deben saber cómo actuar en cualquier caso o situación en la que se pudiera presentar algún incidente en el proceso de trabajo con los cocodrilos. Debe anticiparse todo escenario posible, así como tener buena coordinación con el equipo de trabajo, para evitar errores que puedan terminar en accidentes. Con este fin, es primordial que todos los integrantes del equipo sepan con claridad cuáles son los pasos a seguir para el manejo apropiado de un ejemplar capturado.

Es importante mantener precauciones básicas, como el evitar que todos los asistentes se acerquen a la vez hacia un mismo lado de la

lancha, o que alguien baje de la embarcación para sujetar al ejemplar desde fuera, ya que con el movimiento, ruido y chapoteo que se generó con la captura, puede haberse atraído a algún otro cocodrilo, lo que conlleva el potencial de un percance.

Además, el personal de trabajo debe tener conocimiento sobre primeros auxilios, portar siempre un equipo o botiquín de campo con lo necesario para responder a cualquier situación imprevista. Se debe, cuidar que los productos del botiquín no estén caducos, que se encuentren en buen estado y que se marquen e indique para qué sirve cada cual y en qué casos. Por otro lado, como se mencionó antes, se debe contar con el equipo adecuado para el manejo de cocodrilos. Es indispensable usar el equipo correctamente; pero sobre todo, debe tomarse con gran seriedad el desarrollo de las actividades, puesto que puede bastar un pequeño error para tener un incidente considerable. Debe tenerse en cuenta que los cocodrilos, al ser capturados, pueden reaccionar de diferentes formas, desde la más común que es tratar de huir hasta ponerse a la defensiva e, inclusive, reaccionar de forma agresiva con embestidas o ataques directos. Por estas razones, siempre es necesario mantener la concentración en la rutina de trabajo y contar con una pértiga o vara de protección, teniendo cuidado de ubicarse siempre en sitios y posiciones de seguridad, ya sea dentro de la lancha o en sitios en tierra que permitan algún bloqueo entre el cocodrilo y el técnico.

En todo momento es necesario mantener la presión necesaria para conservar sujeto al ejemplar, de modo que no tenga oportunidad de que se sienta libre y reaccione, ya que a pesar de estar con el hocico amarrado, si lograra asestar un golpe con la cabeza o con la cola, ambas pueden lesionar de manera significativa a los técnicos

y manejadores (desde raspaduras, heridas y fisuras, hasta fracturas de huesos). Nunca hay que exceder un nivel prudente de confianza con los ejemplares que se vayan a manejar.

Todo el personal que esté involucrado en las actividades de monitoreo de cocodrilo de pantano, debe abstenerse antes y durante el proceso de muestreo, de ingerir bebidas alcohólicas o cualquier tipo de sustancias o medicamentos que puedan alterar o disminuir los reflejos que son necesarios para el manejo de estos animales. No es redundante recordar que debe haber una excelente coordinación y comunicación en el equipo de trabajo, así como la confianza total de contar con el respaldo entre compañeros. De esta manera se asegura que las acciones se realizarán con seguridad y se evitarán percances. Al interactuar con cocodrilos, se deben dominar cada una de las acciones de captura y manejo.

Se pueden utilizar equipos básicos de protección personal (como guantes de carnaza, rodilleras u otros), siempre y cuando no entorpezcan el trabajo Es imprescindible mantener siempre el control del ejemplar capturado cuidando que tenga cerrado el hocico antes de subirlo a la lancha.

Siempre, antes de iniciar el muestreo, se debe revisar que todo el material y equipo se encuentre listo para su uso (**ANEXO 1**), que las baterías estén cargadas, que el equipo de transporte no tenga fallas y otros aspectos que así lo requieran. Es indispensable hacer un recorrido diurno por la Ruta de trabajo antes del muestreo; así se podrán identificar con anticipación los obstáculos, posibles sitios de riesgo, zonas de corrientes, etcétera. Esta práctica también permitirá que el equipo se oriente mejor y no se pierdan durante la noche. Para determinar cuándo sea necesario

del uso de motor y para prever llevar la reserva de gasolina necesaria, deben considerarse las distancias a recorrer. Nunca debe excederse la capacidad de carga de las lanchas usadas para el muestreo. Finalmente, debe tenerse en cuenta que en lugares silvestres, existen otros animales que, bajo ciertas circunstancias, pueden ser peligrosos (por ejemplo serpientes venenosas que suelen habitar en sitios similares a los utilizados por los cocodrilos). Por ello el botiquín debe incluir al menos un par de ampolletas de tratamiento antiviperino polivalente, de tipo *faboterápico*, con el fin de reducir las posibilidades de reacciones anafilácticas de la persona que lo llegue a necesitar.

Otras recomendaciones generales de seguridad en relación al trabajo con cocodrilos y su hábitat se incluyen en el **ANEXO 4**.

5.6. Marcas, naturales o de otro tipo, que pudiera tener un ejemplar capturado

Los cocodrilos, por su propia conducta, pueden poseer diversas cicatrices o lesiones que se llegan a confundir con algún sistema de marcaje, principalmente con aquellos que cortan quillas. Hay que tener presente que en algunos sitios puede haber ejemplares en vida silvestre que ya han sido capturados y marcados por otro grupo de investigación. Si se lograra identificar, dicho marcaje podría reforzar la identidad de un individuo de cocodrilo que se marque para el MRE. Pero por otro lado, alguna herida o mutilación natural que sea el resultado de confrontaciones entre cocodrilos, se puede confundir con otro sistema de marcado.

Normalmente, si un ejemplar se marca desde etapas tempranas, los cortes de quilla se hacen casi hasta la base de la cresta y de forma recta.

Aunque la quilla crezca se sigue viendo el corte cicatrizado de forma recta. Por el contrario, una lesión por mordedura es un corte irregular, aunque existen excepciones. Cualquiera que sea la situación, debe tomarse el dato de la presencia de la cicatriz como una observación adicional, puesto que las únicas marcas oficiales del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala serán las grapas de Monel.

Para asignar un código numérico cortando "quillas" o crestas caudales (**Figura 5.32**) tradicionalmente se hace asignando valores

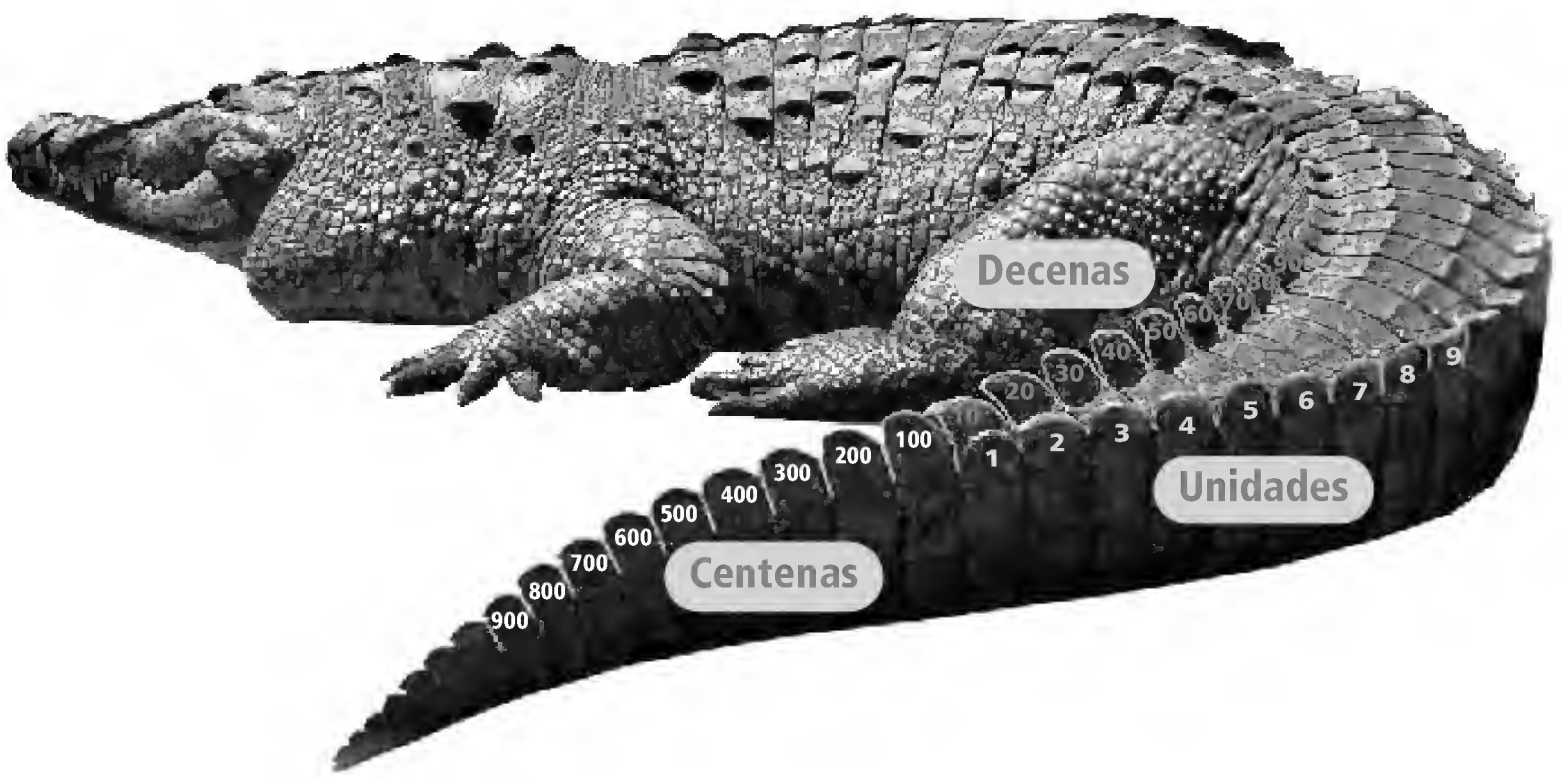


Figura 5.32. Códigos utilizados para el corte de quilla tradicional.
Imagen: J. Domínguez-Laso

numéricos a las diferentes secciones de las crestas caudales. Este sistema permite que se le asignen números, sin repetir, hasta 999 individuos distintos. Este método puede tener algunas variaciones en cuanto a los códigos de corte de quilla dependiendo del sitio, del investigador y del propósito particular del estudio, la **Figura 5.33** muestra una de las variaciones.

Otro método de marcaje para cocodrilos utiliza un microchip que se coloca en el costado derecho superior de la base de la cola (**Figura 5.34**). El microchip se introduce con un inyector especial en

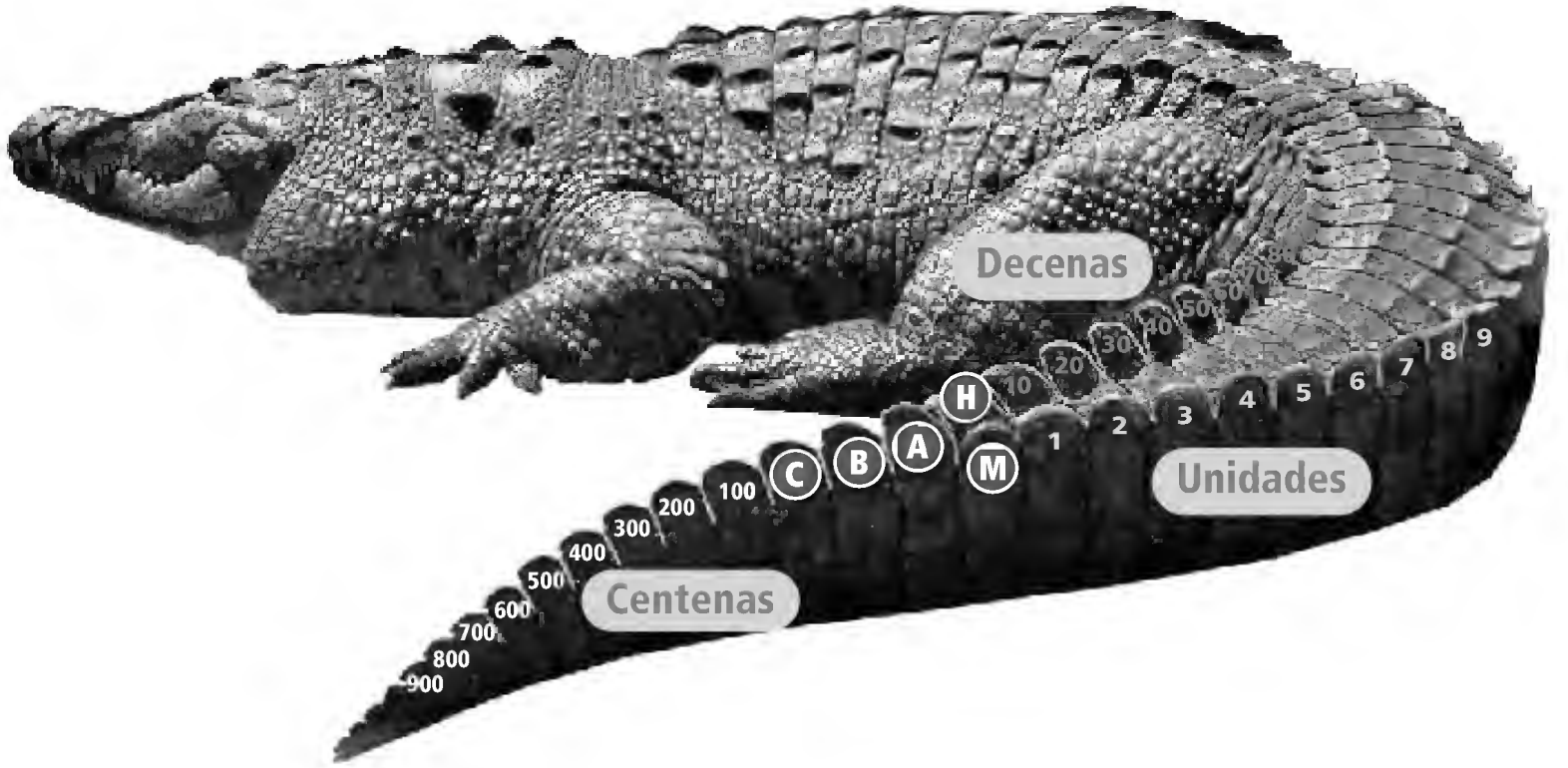


Figura 5.33. Una variación de código para el corte de quilla. En algunos estudios se han cortado ciertas quillas que codifican por letras para identificar el sexo (**H= Hembra** o **M= Macho**). Las primeras quillas simples se usan para identificar poblaciones particulares. Imagen: J. Domínguez-Laso

Figura 5.34.
(A) Microchips.
(B) Inyector.
(C) Lector.
Utilizados para marcar animales.
Fuentes:
www.buscoamimascota.com
General Vet Products

el límite inferior de la dermis. Para detectar el chip y leer su número, se necesita un lector electrónico de proximidad, lo que implica un costo muy considerable. Debido a las características de este método, sin ayuda del lector es imposible detectar si un ejemplar está marcado con un microchip.

Para reconocer individuos de cocodrilo también se han usado marcas plásticas de lengüeta con numeración y que pueden ser de colores, lo que es útil para diferenciar hembras de machos de forma directa. Estas marcas generalmente se colocan en la nuca, perforando alguno de los osteodermos o bien, en la primera escama simple, por lo que se puede identificar a los ejemplares a cierta distancia (**Figura 5.35**).

Figura 5.35. Ejemplos de marcas plásticas en diferentes modelos, que pueden colocarse en la nuca de cocodrilos. Imagen: www.buscoamimascota.com

Para marcar cocodrilos también se han utilizado equipos más sofisticados, como son los transmisores de radio (por ejemplo, del tipo "mochila", marca Telenax entre otros); pero su costo es alto y la vida de las baterías integradas es limitada. Su uso suele restringirse a estudios detallados, en los que el objetivo es seguir a los animales por radiotelemetría. Son equipos costosos y de duración relativamente corta (**Figura 5.36**).

Figura 5.36. Transmisores de radiotelemetría tipo "mochila".
Origen de la imagen: Telenax

Como se ha mencionado, el comportamiento e interacción de los cocodrilos ocasiona que con frecuencia tengan otro tipo de marcas naturales que pueden ser útiles para reconocerlos. Algunos ejemplos son la falta de algún miembro o la presencia de alguna mutilación de la cola, así como las heridas considerables en cualquier parte del cuerpo ya sea por peleas con otros ejemplares o por heridas de bala con calcificación. También puede haber ejemplares tuertos, algunas malformaciones menores o mayores, osificaciones en miembros por fracturas de hueso añejas, entre otros

rasgos menores. Cualquier marca de este tipo debe anotarse en la sección de notas del Formato MRE, puesto que, junto con el número de serie de las dos grapas aplicadas (o incluso en caso de pérdida de una de ellas o ambas) ayudan a hacer una determinación inequívoca de un ejemplar.

USN

Ubicación y seguimiento de nidos

USN

6 Método de ubicación y seguimiento de nidos (USN)

Alejandro Villegas[1,3], Luis Sigler[2] y Víctor Hugo Reynoso[3]

1 Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, C.P. 04960, México, D.F., alejandro.acutus@gmail.com

2 Departamento de Conservación. The Dallas World Aquarium. Dallas, Texas 1801 N. Griffin St. Dallas, TX, 75202, E.U.A., cocodriloblanco@yahoo.com

3 Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Circuito exterior s/n, vreynoso@ibiologia.unam.mx

6.1. Introducción

En los últimos años se ha incrementado el número de estudios relacionados con la ecología reproductiva de los cocodrilos. Actualmente se cuenta con información más detallada sobre esta importante faceta de la biología de estos reptiles, que es de gran utilidad para la toma de decisiones sobre el manejo de poblaciones silvestres. La energía finita que las hembras invierten en la reproducción puede ser dimensionada utilizando tres parámetros: el tamaño de la puesta, la masa de los huevos y la frecuencia con la que los ponen (Thorbjarnarson, 1996). El esfuerzo reproductivo ha llegado a ser un concepto de importancia para describir la historia de vida de especies silvestres. Hirshfield y Tinkle (1975) definieron este esfuerzo como la proporción de la energía total de un organismo que se invierte en procesos reproductivos.

Álvarez del Toro (1974) reportó que para Chiapas, la temporada de reproducción de *Crocodylus moreletii* es de abril a junio, y Casas-Andreu y Rogel-Bahena (1986) encontraron que en Campeche es de mayo a julio. En Veracruz Villegas *et al*. (*en prensa*) encontraron que

la temporada de anidación es a finales de abril y dura todo el mes de mayo. Por otra parte, Casas-Andreu *et al*. (*en prensa*) citan que la reproducción en Tabasco va de abril a septiembre y López-Luna *et al*. (2010) encontraron que la anidación es entre mayo y julio. En Belice, Platt *et al*. (2008) encontraron que la temporada de anidación es entre junio y julio.

Crocodylus moreletii hace sus nidos acumulando montículos de basura orgánica (hojarasca, palos, vegetación). Estos nidos se parecen mucho a los de los caimanes y posiblemente se deba a que viven en condiciones semejantes (Álvarez del Toro, 1974). En la región de Veracruz se han reportado nidos flotantes, estos son nidos construidos directamente en el agua (Pérez-Higareda, 1980; Villegas *et al*., en revisión), mientras que Escobedo-Galván, *et al*. (*en prensa*) han registrado nidos sobre vegetación acuática en San Luís Potosí. Para hacer los nidos flotantes, los cocodrilos utilizan una base de troncos que le dan estabilidad y flotabilidad al nido y posteriormente, construyen una estructura con vegetación emergente. Para hacer el nido, la hembra normalmente recoge materiales orgánicos, y arranca las hierbas y plantas en un radio de aproximadamente seis metros acumulando todo en el centro del montículo. Ya construido el nido, pone de 20 a 50 huevos (Álvarez del Toro, 1974; Casas-Andreu y Rogel-Bahena, 1986; Villegas *et al*., en revisión).

La anidación es un periodo vulnerable en la vida de los cocodrilos (Mazzotti, 1989) y requiere ser estudiada con especial precaución para evitar, tanto como sea posible, interferir con la producción de crías. A diferencia del monitoreo de poblaciones de cocodrilos que

se basa en muestreos nocturnos que estiman el número y tamaño de los individuos encontrados, el esfuerzo que requiere el monitoreo de nidos es mucho mayor y, por otra parte, se enfoca directamente en el segmento reproductivo de la población, lo que incrementa la demanda de precauciones. Se puede medir el tamaño de las hembras asociadas con los nidos si la situación lo permite, y puede estudiarse la relación entre las características de la nidada y el tamaño de la hembra. De esta manera, con el muestreo de nidos se pueden hacer inferencias sobre las características de la población reproductiva. Los conteos de nidos son un índice relativo de abundancia, que refleja específicamente el número de hembras reproductivas en la población (Bayliss, 1987).

Para asegurar la supervivencia de una especie de cocodrilo, es importante conocer los factores que la afectan en mayor medida, estos factores son:

a) el éxito de anidación
(porcentaje de nidos que produjeron neonatos),
b) el éxito de eclosión
(porcentaje de nidos exitosos que produjeron neonatos), y
c) el éxito reproductivo
(número de individuos que están en o llegaron
a la categoría/talla reproductiva; Mazzotti, 1989).

Al respecto, es importante tener la capacidad de reconocer los huevos que son viables, lo cual es posible gracias a la presencia de una banda opaca, que es visible en el cascarón del huevo (ver **Figura 6.1**; Ferguson, 1985).

Figura 6.1. Banda opaca en un huevo de *C. moreletii* visto a contraluz.
Foto: Alejandro Villegas.

También es crucial documentar la distribución espacial de los hábitats que son propicios para la anidación y localizar aquellas áreas que sean importantes para el reclutamiento de individuos (Harvey y Hill, 2003), es decir, aquellos que ingresan a la población de una cierta categoría, suele ser talla o edad (Chambers y Trippel, 1997). Esta información es fundamental para futuras decisiones que se tomen para el manejo de la especie de interés (Magnusson *et al*., 1980).

El Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala está diseñado principalmente, para obtener información sobre las poblaciones de cocodrilos en Rutas previamente determinadas, utilizando el método de detección visual nocturna (DVN) como método principal, y el de marcaje y recaptura de ejemplares (MRE). Pero durante estos trabajos o cuando se hace la evaluación y monitoreo de hábitat (EMH), es posible que se encuentren nidos de cocodrilos de pantano en la Ruta muestreada.

Los resultados que se pueden obtener evaluando a los nidos que se localicen fortuitamente, darán una idea más amplia del estado en que se encuentra cada población estudiada en cada Ruta programada. Es decir, analizando el número de nidos encontrados, monitoreando su éxito y obteniendo datos de los neonatos que se incorporan al grupo de crías en el sistema. De esta forma puede obtenerse una estimación sobre la dinámica poblacional, al menos en ese instante y así contribuir a determinar si esa población continúa siendo viable, es decir, si puede llegar a sobrevivir a mayor plazo en la Ruta muestreada.

6.2. Descripción del método y llenado del Formato para la Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN)

La evaluación y el seguimiento de los nidos encontrados se considera como una actividad complementaria dentro de las primeras etapas del programa de monitoreo, pero no por ello deja de ser importante. Sin embargo, es relevante mencionar que la toma de datos sobre los nidos no deberá distraer la obtención de información durante los recorridos para la evaluación y monitoreo de hábitat (EMH), la detección visual nocturna (DVN) o el marcaje y recaptura de ejemplares

(MRE), por lo que no necesariamente se realizará al momento de dichos recorridos.

A continuación se explican los métodos más importantes para recabar la información que el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala considera relevante para el caso de la Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN).

En el Formato USN se deben anotar los nombres de la Región de Coordinación (RC), Unidad de Monitoreo (UM), Ruta (R) y, si esta estuviese dividida en segmentos, el Sitio (S), así como la clave de sitio (ver cuadros del capítulo sobre Diseño Geográfico). También deben anotarse el año, mes y día del muestreo, los nombres de las personas participantes, el medio de transporte utilizado durante el muestreo y la distancia recorrida.

Especie

Crocodylus moreletii y *C. acutus* tienen una distribución simpátrica en algunas de las áreas que serán monitoreadas para el Programa y, en algunos casos, se ha reportado hibridación entre ambas especies en dichas zonas. El Formato MRE incluye un campo para registrar la especie a la que pertenece el individuo capturado, en este campo se deberá colocar *C. moreletii*, *C. acutus* ó "posible híbrido".

Datos acerca de los nidos

Los nidos se pueden ubicar al detectar a los grupos de neonatos, ya que éstos indican dónde hay áreas de anidación o áreas en que hay nidos que han tenido éxito en épocas recientes de reproducción (Webb y Messel, 1978). Los nidos también se pueden localizar mediante la

visualización de rastros o huellas frescas en la vegetación, que lleven a identificar el montículo de hojarasca y otros materiales orgánicos.

Una vez que se ha ubicado el nido, en el Formato USN (ver **Cuadro 6.1**) se deben anotar las coordenadas geográficas, marcando la ubicación exacta donde éste se encuentra. Se debe utilizar un equipo GPS en el formato de grados, minutos y segundos para latitud y longitud para en su caso, regresar a tomar los datos respectivos en otro momento (por ejemplo, fuera del tiempo asignado para los otros métodos de muestreo del programa de monitoreo). Así mismo, debe registrarse el *Datum* del GPS correspondiente.

Es preferible manipular un nido durante el día, ya que la visibilidad es mejor, en caso de que la hembra resulte agresiva y decida defender el nido.

Cuando el nido haya sido localizado, y si se llega a él en lancha, el técnico debe cerciorarse de que la hembra no esté en el perímetro cercano antes de bajar a tomar las mediciones, ya que generalmente, cuando alguien se acerca, las hembras permanecen escondidas y vigilando, por lo que no se debe suponer que están ausentes. En caso de llegar por tierra, será necesario producir el mayor ruido posible para inducir que la hembra se aleje y tener una seguridad razonable de no encontrarla cerca. Puede haber ocasiones en que la hembra salga a defender el nido; en tal caso generalmente se posará sobre el mismo para evitar que el intruso se acerque. Si esto sucede, será necesario capturar a la hembra e inmovilizarla para poder manipular el nido (se puede aprovechar la oportunidad para tomarle a ella las medidas pertinentes; ver **Capítulo 5** del Manual y Formato MRE en

el **Cuadro 5.1**). El **ANEXO 4** incluye algunas recomendaciones generales de seguridad en relación al trabajo con cocodrilos y su hábitat.

Idealmente, para hacer mediciones de nidos son necesarias tres personas, una se encargará de vigilar cualquier movimiento extraño en la vegetación que indique la cercanía de la hembra, la segunda se encargará de anotar los datos en los formatos de campo y la tercera será la que manipule el nido y tome las medidas de la nidada.

En el Formato USN también se debe especificar si el nido tiene forma de montículo (*M*; **Figura 6.2**) o de hoyo (*H*; **Figura 6.3**) y proporcionar su diámetro y altura ó profundidad. Estos datos deben tomarse antes de tocar el nido. Si el nido es un montículo, se registra su diámetro máximo y la altura desde la base del nido (o en caso de que esté en el agua, desde el nivel del agua), y si es de tipo hoyo se registra el diámetro de la excavación hecha por el ejemplar para la cámara de anidación, así como su altura y profundidad (pCH, en la **Figura 6.4**).

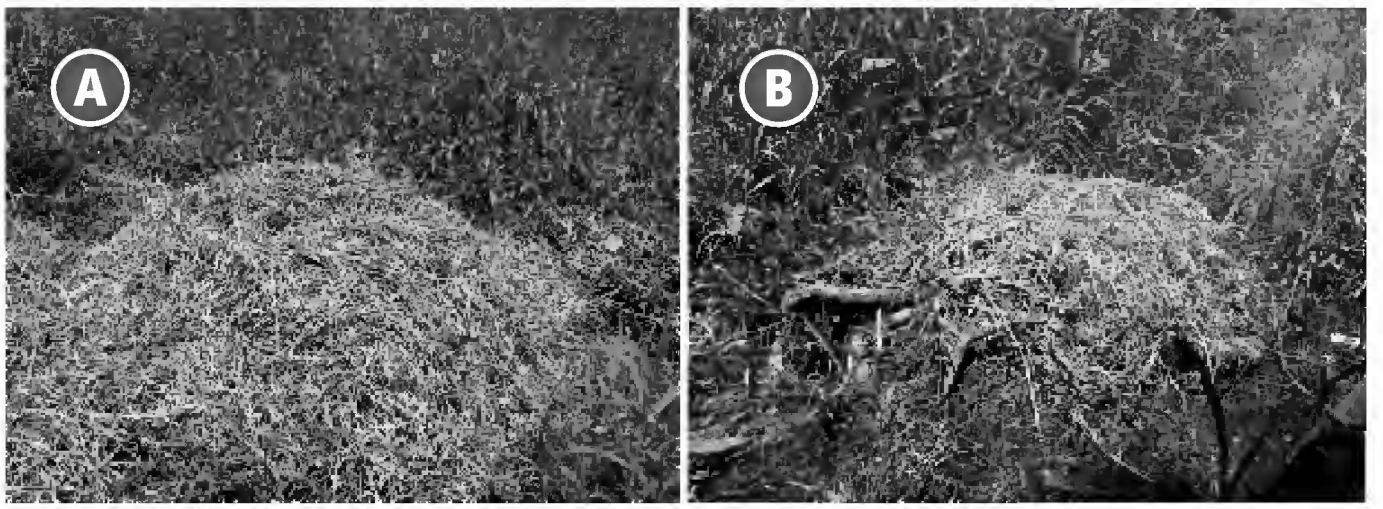


Figura 6.2. Apariencia de un nido en montículo de *C. moreletii* en vida silvestre. **(A)** nido en tierra. **(B)** nido en vegetación flotante. Fotografías: Alejandro Villegas.

Figura 6.3. Apariencia de un nido de *C. moreletii* en forma de hoyo, Catemaco, Veracruz, México. Foto: Alejandro Villegas.

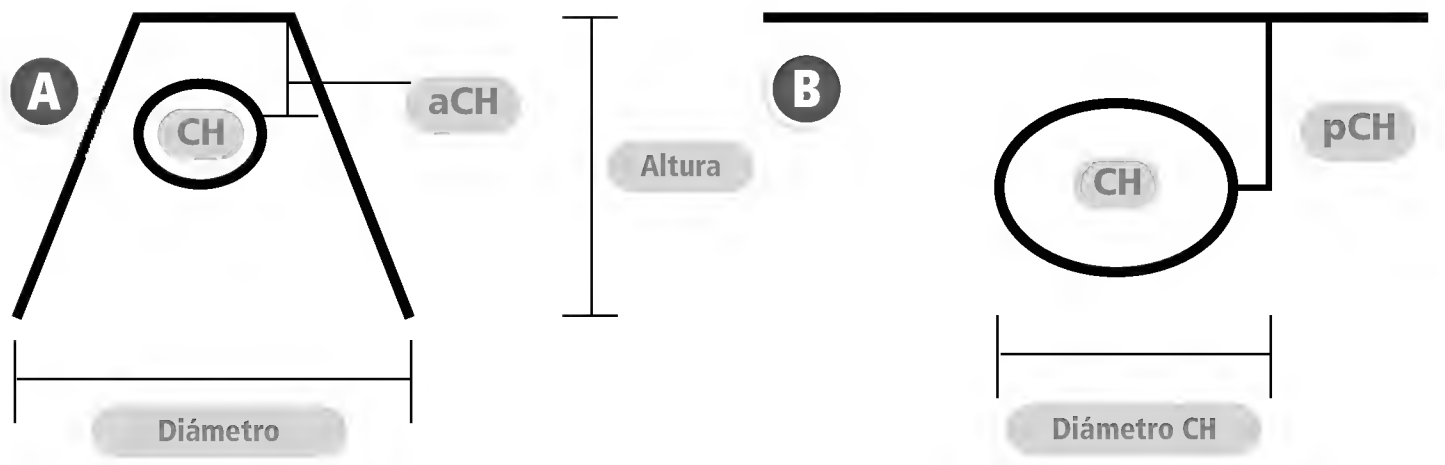


Figura 6.4. Esquemas que representan: **(A)** nido de montículo y **(B)** un nido de tipo hoyo. Donde *CH*=cámara de huevos, *aCH*=altura de la cámara de huevos, *pCH*=profundidad de la cámara de huevos. La altura en un nido de montículo se toma en el centro del mismo, si es de tipo hoyo la profundidad será hasta donde se encuentra la cámara de huevos. Adaptado de Sigler (1998).

También se debe describir el *material predominante* con el que está construido el nido. En el Formato USN se debe señalar una de las tres opciones: hojarasca (H), arena (A) y grava (G). Si se toma una fotografía, ésta debe rotularse de modo que no se confunda con la de otro nido indicando el número de nido, la clave de sitio y la fecha (por ejemplo 12-MX1.2.3.4-15Ene2011.jpg, 13-MX1.2.3.4-15Ene2011.jpg, etc.), y se debe indicar su existencia en el Formato USN.

Por otro lado, es importante señalar la ubicación de un nido con respecto a la orilla del agua, ya que ésta probablemente refleja un balance, es decir, debe estar lo suficientemente lejos del agua para minimizar el riesgo de inundación y lo suficientemente cerca como para resguardar a los adultos (Cintra, 1988). En el Formato USN se solicita este dato, el cual es la distancia mínima que hay desde el centro del nido hasta la orilla del cuerpo de agua.

Un dato más, que también se debe anotar en el Formato USN, es el grado de sombra que recibe el nido. El porcentaje de sombra se medirá tratando de que sea al mediodía, cuando está directamente sobre el nido. Este dato se calcula considerando el área del nido como el 100%, y estimando a ojo el porcentaje que recibe sombra de la vegetación adyacente u otros rasgos del ambiente. En caso de que el porcentaje no se pueda tomar al mediodía, puede estimarse de modo aproximado mediante la cobertura vegetal que sea visible desde el nido directamente hacia arriba.

Otro dato importante que se debe tomar de un nido, es la temperatura de la cámara de los huevos (**Figura 6.5**). Para ésta medición será necesario no perturbar la cámara de incubación, es decir, no se manipularán

los huevos antes de tomar este parámetro. La temperatura puede medirse con un *datalogger* que hace lecturas automáticas de las temperaturas a diferentes intervalos. También se puede medir con un termómetro de mercurio graduado en °C (tardará 5 min en registrar la temperatura) o con un termómetro digital de contacto.

Se ubicará la cámara de los huevos y, sin remover totalmente la hojarasca que cubre el nido, se abrirá un orificio por donde se colocará

Figura 6.5. Cámara de huevos de un nido de *C. moreletii.*
Fotografía: Alejandro Villegas

el termómetro en la parte media de la cámara; en caso de que ésta se encuentre muy abajo, se puede atar una cuerda al extremo del termómetro una cuerda para bajarlo al punto indicado. Cuando se saque el termómetro, se debe registrar inmediatamente la temperatura, ya que la medición cambiará rápidamente al entrar en contacto con el aire del exterior. Se debe cerrar el orificio por donde se introdujo el termómetro. Si se cuenta con más de un datalogger por nido, se deben colocar dos durante todo el periodo de incubación: uno en la primera capa de huevos y el otro en la última.

También se debe registrar en el Formato USN si la hembra estaba presente en las cercanías del nido, así como también la eventual presencia y número de crías en los alrededores del nido.

Datos sobre los huevos

La información más importante sobre un nido se relaciona con los huevos que contiene, pero es también la que implica poner en riesgo la nidada, por lo cual llegar a ellos para analizarlos requiere precauciones especiales. Una vez tomadas las mediciones de las características del nido, se excavará de manera muy cuidadosa, empezando siempre desde la parte superior y no por los costados, ya que de esta manera el nido se daña en menor medida. La hojarasca y otros materiales que se van removiendo deberán colocarse en un plástico extendido, esto con el fin de evitar que el olor de la cámara de incubación se impregne en los alrededores del nido y atraiga a depredadores de huevos. Asimismo, debe tenerse especial cuidado en reacomodar todo al final en orden, de tal manera de que la hojarasca que contenga la humedad y el olor de la cámara de huevos quede en el mismo lugar de donde se removió y no en la superficie.

Para tomar los datos de los huevos, el nido se excavará cuidadosamente, como se ha descrito en el párrafo anterior, hasta que estén visibles. Se tomará cada huevo evitando girarlo respecto a su eje horizontal (la parte que estaba hacia arriba debe permanecer así en todo momento), deben manipularse y colocarse en el plástico siempre en la misma posición en la que fueron encontrados (Isberg *et al.*, 2005).

Los huevos no deben exponerse directamente a los rayos solares. Una vez que se coloquen en el plástico, si es necesario, se les debe proporcionar sombra y rociarlos moderadamente con agua (por ejemplo, con un aspersor) para que mantengan su humedad. Conforme se van contando los huevos, éstos se pueden ir numerando con lápiz suave (puntilla de grado B o más suave), nunca se debe de utilizar un marcador permanente. Son tres las medidas que se le deben tomar a cada huevo: diámetro mayor, diámetro menor y peso. Los diámetros se obtienen con un vernier, y el peso colocando cada huevo en una bolsa pequeña de plástico o manta sujetada a una pesola con capacidad de 100 g.

Es importante registrar el diámetro mayor (longitud) de los huevos porque tiene relación con el tamaño de la cría que nacerá de él. El diámetro menor (o simplemente, diámetro) puede ser muy parecido entre todos los huevos de una nidada, pero puede hacer evidente si dos hembras han puesto en el mismo sitio, ya que, si las hembras fueran de diferentes tallas, el diámetro de los huevos seguiría dos tendencias que estarían en relación con el tamaño de cada una. El peso de los huevos también indica de alguna manera el tamaño de las crías que eclosionarán y brindará datos de biomasa y gastos energéticos de la postura.

Se puede estimar la fecha de ovoposición y viabilidad de los huevos mediante la presencia de una banda opaca en ellos. En la ovoposición, el embrión está cubierto por una delgada capa de albúmina y flota libremente por encima de la yema, y su ubicación precisa depende de la posición en la que se encuentra el huevo en el nido. Si el huevo es movido durante las primeras 24 horas después de la puesta el embrión se mueve hacia el nuevo punto más alto en la yema sin ningún efecto perjudicial, sin embargo, después de 24 horas el embrión se adhiere a la membrana interna del huevo y éste muestra una mancha oscura en esa área. El embrión permanece adherido, por lo tanto, cualquier giro o movimiento busco y sin sentido lo matará (Ferguson, 1985). En caso de que se llegara a encontrar una nidada puesta en menos de 24 horas, los huevos se pueden manipular sin ningún riesgo, pero la desventaja es que no se podrá saber si el huevo es fértil o no. El Formato USN requiere información sobre dicha variable, se recomienda volver al nido varios días después para su completa evaluación.

En resumen, para efectos de llenado del Formato USN: para cada nido debe contarse el número total de huevos que contiene; el número de huevos viables (determinado por la presencia de una banda opaca a contraluz, ver **Figura 6.6**), el número de huevos medidos con un vernier y pesados con una pesola portátil; el promedio del diámetro mayor (longitud) de éstos; el promedio de diámetro menor (diámetro); y el promedio de peso. La **Figura 6.7** muestra la forma de tomar las mediciones.

Con el objeto de facilitar el manejo de los datos y la obtención de los promedios que deberán registrarse, el Formato USN incluye en su última página una hoja de ayuda para la captura de las medidas

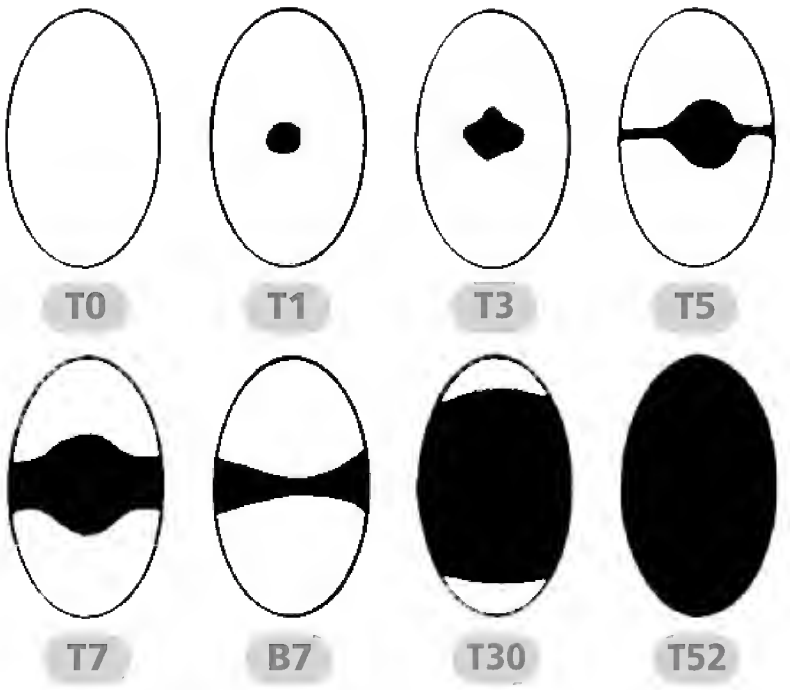


Figura 6.6. Diagrama de desarrollo de la banda opaca en huevos en *Alligator mississippiensis* vistos a contra luz. T es la vista por arriba, B es la vista por abajo, también se indican los días que han transcurrido después de la puesta. Tomado de Ferguson (1985).

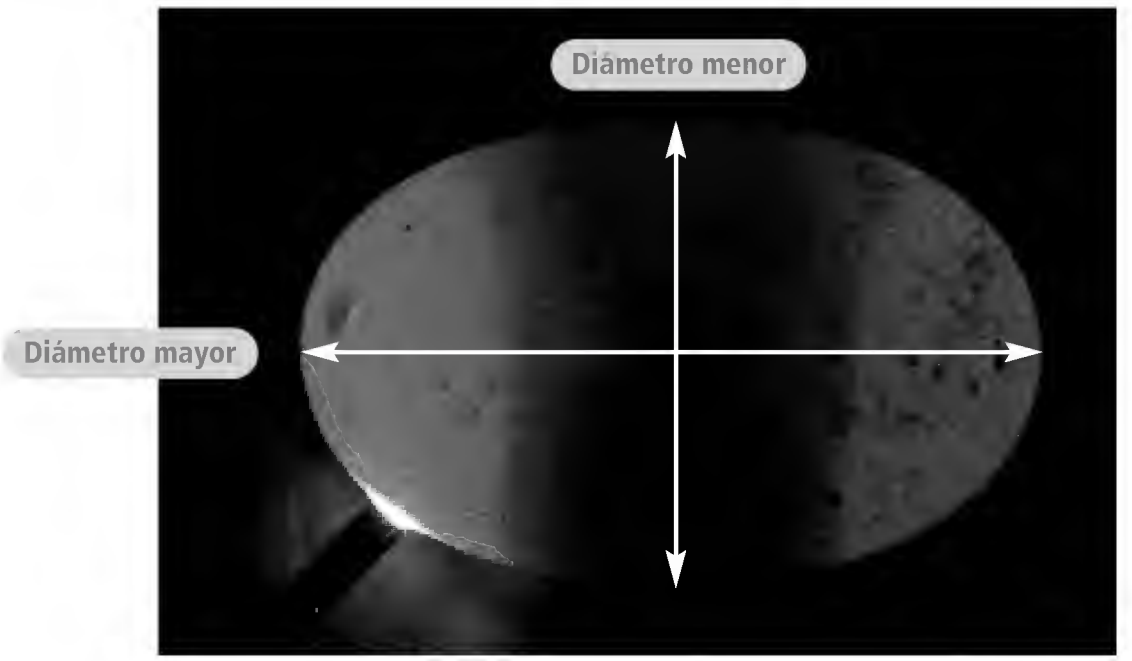


Figura 6.7. Manera de medir un huevo de *C. moreletii*. Con lámpara para ovoscopía, al aplicar la luz en un polo, el huevo fértil muestra una banda central opaca que crece durante la incubación y llega a cubrir los polos que se ven más claros al inicio. Fotografía: Luis Sigler.

individuales de los huevos. Dicha hoja de ayuda incluye un campo para observaciones, en donde se dirá si el huevo está roto o no es viable. En caso de que el huevo esté agrietado o fisurado debe evaluarse correctamente su estado, ya que puede haber huevos en los que las fisuras no representan riesgo y son viables y se tomarán dentro de los huevos de esta categoría. Los embriones pueden estar muertos si la nidada se inundó y los huevos permanecieron bajo el agua de ocho a 13 horas (Magnusson, 1982). En dado caso se deben examinar los huevos cuidadosamente para determinar si el embrión sigue vivo o no, lo cual generalmente se reconoce por el olor del huevo pues, cuando el nivel del agua baja, la concentración de la humedad en el nido es mayor y el proceso de putrefacción en los embriones muertos se da casi de inmediato.

Una vez examinado y determinado el estado del huevo, se pueden remover del nido los huevos con el embrión muerto (o que estén rotos o fisurados y no sean viables). No es recomendable remover huevos que aparentan no estar fértiles ya que puede haber errores en la estimación de la presencia de la banda opaca.

En el caso de encontrar nidos durante la temporada de eclosión, es difícil estimar el número de neonatos mediante los restos de cascarones rotos alrededor del nido, ello solo se puede hacer mediante recorridos nocturnos en la zona buscando al grupo de neonatos que no se alejan del nido. La depredación de huevos ocurre generalmente antes de que eclosionen, por lo tanto es relativamente fácil deducir cuando un nido fue depredado, ya que se encuentran los cascarones regados y el nido en desorden. Sin embargo, aun pueden quedar huevos en buen estado en la cámara de incubación. Se puede

anotar en el apartado de notas del formato si el nido estaba inundado, sufrió inundación o fue depredado.

Durante el trabajo es importante mantener la mayor discreción posible respecto a la ubicación y manipulación de nidos que estén cerca o en zonas pobladas, ya que algunos pescadores o personas que deambulen por ahí pueden percatarse del hecho y, por simple curiosidad, pueden visitar el lugar más adelante, con lo que los nidos pueden quedar expuestos, ser alterados o saqueados.

Como se mencionó, cuando se ha ubicado un nido y ya se han tomado las mediciones necesarias, éste se debe dejar acomodado prácticamente como se le encontró. Si el equipo de campo es local, puede ser recomendable visitar cada nido encontrado por lo menos una vez por semana, para registrar cada evento que afecte la anidación (depredación, inundación) y además, para obtener la fecha de eclosión de los neonatos. En caso de que se desee estimar el éxito de eclosión, es aún mejor visitar los nidos cada tercer día y encontrar a los neonatos muy cerca del nido cuando éstos hayan eclosionado. Sin embargo, no hay que olvidar que en los inicios del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, la USN tiene una menor prioridad que los muestreos DVN, MRE y EMH, por lo cual debe buscarse cómo compaginar adecuadamente las actividades, cuidando en todo momento que una no altere el desarrollo sistemático de las demás.

El **ANEXO 1** incluye el equipo y materiales de uso más frecuente para esta actividad, sin embargo, no es limitativa y permite la adición de aquellos otros que cada Región de Coordinación requiera, según las condiciones específicas en sus Unidades de Monitoreo y Rutas.

Cuadro 6.1. Formato USN: Ubicación y Seguimiento de Nidos del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)* México-Belice-Guatemala.

Formato USN: Ubicación y seguimiento de nidos

(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)

Región de Coordinación (RC) _____

Unidad de Monitoreo (UM) _____

Ruta (R) _____

Sitio (S): _____ Clave de Sitio: _____

Año: _____ Mes: _____ Día: _____

Participantes (iniciales y apellido): _____

_____

Medio de transporte utilizado durante el muestreo: _____ Distancia recorrida: _____ km

Datum: NAD27 ( ) ó WGS84 ( )

Datos de los nidos encontrados (parte I)

No. Ejem.	Especie	Coordenadas Latitud			Coordenadas Longitud			Nido revisitado (Si/No)	Tipo nido (M o H)	Diámetro del nido	Alt/prof. de la cámara de anidación	Material de construcción (Hojarasca, Arena, Grava)
1		°	´	″	°	´	″					
2		°	´	″	°	´	″					
3		°	´	″	°	´	″					
4		°	´	″	°	´	″					
5			´	″	°	´	″					
6		°	´	″	°	´	″					
7		°	´	″	°	´	″					
8		°	´	″	°	´	″					
n		°	´	″	°	´	″					

Datos de los nidos encontrados (parte II)

No. de nido	Foto de nido y su	Dist. de la orilla (m)	Sombra al nido (%)	Temp. cámara huevos (°C)	Hembra presente (Si/No)	No. de crías en cercanía	No. total de huevos en nido	No. de huevos viables	No. de huevos medidos y pesados	Prom. diámetro mayor Huevos (mm)	Prom. diámetro menor Huevos (mm)	Prom. peso Huevos (g)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
n												

Nombre y firma de quien llenó el formato: _____

Notas: *(Si requiere hacer anotaciones especiales sobre ejemplares que lo requieran, utilice este espacio, cuidando de asociar dichas notas con el código de grapa del ejemplar)* _____

_____

_____

- La Clave de Sitio puede consultarse en el capítulo de Diseño Geográfico del Manual de Procedimientos.
- Marcar el Datum utilizado con una **X**.
- La especie se indicará con *C. moreletii*, *C. acutus*, *C. crocodilus* ó híbrido (*C. moreletii* x *C. acutus*). Podrán utilizarse las marcas (grapas) del programa de monitoreo para marcar *C. acutus* ó híbridos si se considera pertinente, incluyendo la información correspondiente en el formato.
- La altura del nido se mide en caso de que sea de tipo montículo, y la profundidad máxima si es de tipo hoyo.
- La viabilidad de un huevo debe determinarse por la presencia de una banda opaca, como se explica en el Manual de Procedimientos.

Hoja de ayuda para la captura de datos por huevo para obtener los promedios para el formato

Núm. de nido	Núm. de huevo	Diámetro mayor	Diámetro menor	Peso	Observaciones

7 Guía gráfica para identificación morfológica de *Crocodylus moreletii* y posibles híbridos con *C. acutus*.

José Rogelio Cedeño Vázquez[1], Alejandro Villegas[2] y Luis Sigler Moreno[3]

1 Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Chetumal, México. rogeliocv67@hotmail.com, rogeliocedeno@gmail.com

2 Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, C.P. 04960, México, D.F. y Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Circuito exterior s/n 04510, México, D. F., alejandro.acutus@gmail.com

3 Departamento de Conservación. The Dallas World Aquarium. Dallas, Texas. 1801 N. Griffin St., Dallas, TX, 75202, E.U.A. cocodriloblanco@yahoo.com

7.1. Introducción

La similitud morfológica entre *Crocodylus acutus* y *C. moreletii* puede dificultar su correcta identificación, lo que crea problemas para los equipos de trabajo que realizan muestreos poblacionales en áreas donde estas especies coexisten. La identificación de las dos especies es difícil en crías y juveniles, ya que son de aspecto muy semejante. Los adultos son relativamente fáciles de identificar, porque la forma de sus cabezas son diferentes y por el ancho del hocico (Brazaitis, 1973). Estas dos especies comparten una extensa área geográfica en la porción costera oriental de la península de Yucatán, desde Ría Lagartos, Yucatán, el Caribe mexicano, hasta Belice (Cedeño-Vázquez, 2008; **Figura 7.1**).

Por tal razón, el propósito de este capítulo es presentar la información básica a manera de guía gráfica, para identificar a estas dos

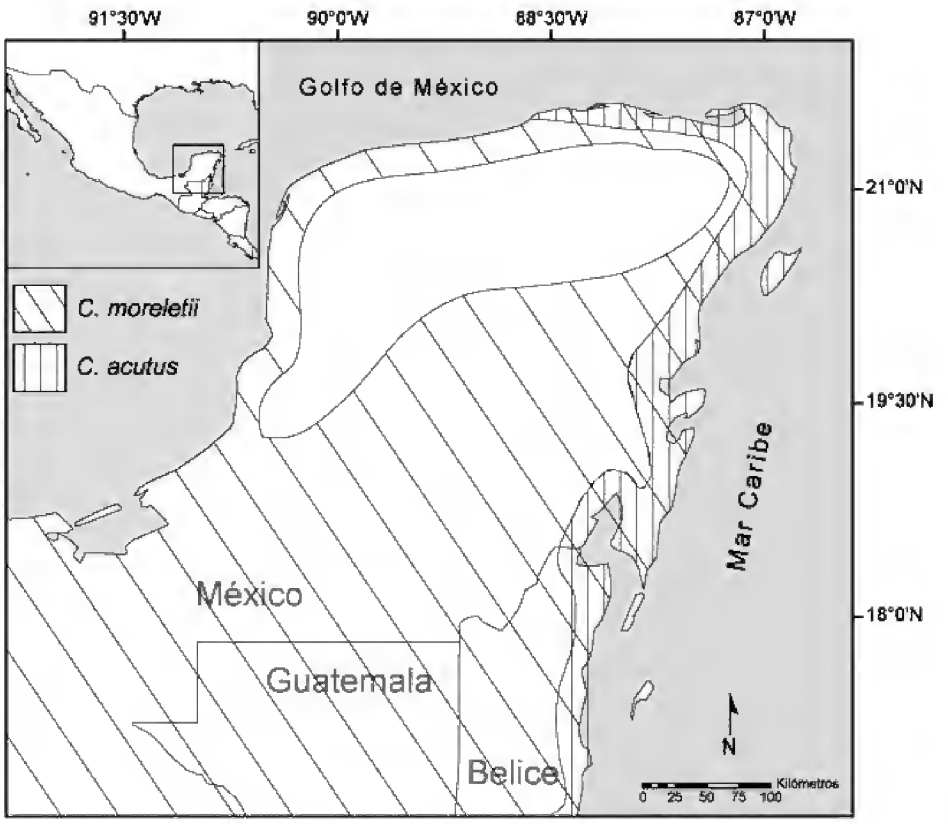


Figura 7.1. Mapa de distribución de *Crocodylus moreletii* y *C. acutus* en la península de Yucatán, mostrando el área de simpatría (porción oriental). Modificado de Lee (2000) y Köhler (2008).

especies de cocodrilos. De igual manera, se incluyen rasgos atípicos a partir de especímenes observados en su área de simpatría en la península de Yucatán, donde recientemente se ha documentado hibridación e introgresión genética entre ambas especies (Hekkala, 2004; Ray *et al*., 2004; Cedeño-Vázquez *et al*. 2008, Rodriguez *et al*., 2008; Machkour-M'Rabet *et al*. 2009).

Cabe señalar que no está bien definido el límite exacto de la distribución de *C. acutus* en el litoral del Golfo de México, debido a que esta especie posiblemente se confunde con *C. moreletii* y por la carencia de muestreos sistemáticos (Thorbjarnarson, 1989). No obstante,

la presencia de *C. acutus* en la parte baja del Río Grijalva en el pasado (Álvarez del Toro, 1974) no descarta la posibilidad de que el área de hibridación de esta especie con *C. moreletii* haya sido más extensa y que en la actualidad existan individuos híbridos en Tabasco, Campeche y en la porción occidental de Yucatán, máxime que en fechas recientes se ha detectado la presencia de *C. acutus* en el estado de Campeche (S.E. Padilla-Paz & A.H. Escobedo-Galván, com. pers.). Con el fin de esclarecer esta situación, recomendamos colectar muestras de tejido para realizar los estudios genéticos correspondientes.

7.2. Determinación de las especies

Con base en la recopilación bibliográfica revisada recientemente por Platt y Rainwater (2005) y una investigación reciente sobre los patrones de escutelación de *C. moreletii* en el norte de Belice (Platt *et al.*, 2008), los caracteres morfológicos de utilidad para diferenciar a *C. moreletii* de *C. acutus* se resumen en el **Cuadro 7.1**, mismos que se comentan brevemente como sigue:

Coloración – Respecto a la coloración corporal. Si bien Schmidt (1924) y Brazaitis (1973) mencionan que *C. acutus* se distingue de *C. moreletii* por ser algo más pálido y tener bandas transversales oscuras, Meerman (1992) reporta dificultades para separar ambas especies. Por otra parte, Abercrombie *et al.* (1980) y Villegas (2004) señalan que no son confiables las identificaciones en campo usando este criterio.

Nuestra experiencia personal (Cedeño-Vázquez *et al.* 2006, 2008; Charruau *et al.*, 2005) y la de otros investigadores (Platt y Thorbjarnarson, 1997, 2000a, 200b; Platt *et al.* 1999, 2004 citados en Platt y Rainwater, 2005), demuestra que existe una considerable variación

intraespecífica, así como un traslape interespecífico en la coloración de ambas especies. De acuerdo con algunos autores (Deeming y Fergunson, 1989; Richardson *et al*., 2002), tal variación expresada en los patrones de pigmentación de los cocodrilos, parece ser el resultado de un complejo conjunto de factores genéticos, la temperatura de incubación, el hábitat y la jerarquía social. Es importante señalar que, con frecuencia, la coloración del cuerpo de los cocodrilos no se distingue fácilmente durante los conteos por avistamiento nocturno. Una de las razones de esta limitante en el conteo es la presencia de vegetación circundante, además de que el cocodrilo permanece sumergido en el agua. Para apreciar el patrón real de coloración, es preciso capturarlo y hacer las anotaciones pertinentes.

Tamaño – Analizando el tamaño corporal, se considera que los adultos de *C. acutus* son más grandes que los de *C. moreletii* (Pérez-Higareda *et al*., 1991). Aunque décadas atrás *C. acutus* llegó a alcanzar hasta 6.25 m de longitud total (Álvarez del Toro, 1974), actualmente no existen cocodrilos cercanos a esta talla o son muy raros. De acuerdo con Platt (1996), en México la talla máxima que puede alcanzar *C. moreletii* permanece indefinida, pero lo cierto es que se han observado y capturado ejemplares de más de 4.1 m de longitud total (LT; Pérez-Higareda *et al*., 1991). Así mismo, en Belice Platt y colaboradores han capturado ejemplares de más de 3.0 m de LT y examinado cráneos de animales con una talla estimada de 3.7 m LT (Platt, 1996; Rainwater *et al*., 1998). A modo de conclusión, utilizar únicamente el tamaño corporal para distinguir cada especie, constituye un criterio poco útil, ya que sólo los cocodrilos extremadamente grandes (LT>4.5 m) podrían ser identificados y éstos representan la clase de talla que con menor frecuencia es observada

durante los muestreos. Evidentemente, el tamaño no puede ser un criterio adecuado para ejemplares no adultos.

Tamaño del cráneo y escutelación – Los caracteres morfológicos más útiles para distinguir a *C. acutus* de *C. moreletii* son las diferencias que existen en la cabeza y el cráneo (**Figura 7.2**), así como la escutelación dorsal y subcaudal. En general, la cabeza de *C. acutus* es más alargada y delgada que la de *C. moreletii* (Schmidt, 1924; **Figura 7.2**); sin embargo, esta diferencia aparente sólo es apreciable en individuos maduros. Entre los individuos viejos de *C. acutus* la relación largo-ancho del cráneo se acerca con frecuencia a la de *C. moreletii* (Smith, 1938). Otra diferencia radica en la elevación (joroba) preorbital media, la cual es más pronunciada en *C. acutus* que en *C. moreletii* (Álvarez del Toro, 1974; Thorbjarnarson, 1989; **Figura 7.2**). No obstante, el tamaño y la forma de este rasgo se considera como dimorfismo sexual y puede variar geográficamente entre las poblaciones de *C. acutus* (Thorbjarnarson, 1989), y dichas variaciones aún no han sido exploradas en *C. moreletii* (Platt y Rainwater, 2005).

Patrón de escutelación dorsal – En los individuos de *C. acutus* es muy variable y éste se traslapa considerablemente con el patrón de *C. moreletii* (Ross & Meyer, 1983; Sigler, 1997); sin embargo, presenta el arreglo más reducido e irregular entre las especies de cocodrilos modernos, contando con menos de cuatro escudos (osteodermos) en cada una de las hileras transversales de escamas precaudales (Ross & Meyer, 1983). En contraste, *C. moreletii* generalmente tiene más de cuatro osteodermos dorsales (usualmente de 5 a 6) en cada hilera de escamas transversales precaudales (Brazaitis, 1973). De la misma manera, el arreglo de los escudos nucales difiere entre ambas especies y puede

considerarse un carácter útil para identificarlos (Sigler, 1997). En *C. moreletii* consiste en un grupo de cuatro osteodermos grandes en la primer hilera, en la segunda hilera generalmente presenta otros cuatro osteodermos, y en la tercera se encuentran solo dos de menor tamaño (**Figura 7.2B**). La fórmula que podría usarse para este patrón sería 4, 4, 2; aunque hay individuos que pueden presentar seis osteodermos solo en la primera hilera, y la formula seria 6, 4, 2. (Brazaitis, 1973; Villegas, 2004). En contraste, en *C. acutus* es muy evidente una considerable variación en el conjunto de escudos nucales (Sigler, 1997), el cual puede estar compuesto de una a seis escamas de tamaño y arreglo variables (Brazaitis, 1973; Villegas, 2004; **Figura 7.2A**). Debido al considerable traslape interespecífico en el número de crestas caudales dobles y simples e hileras de escamas ventrales (Sigler, 1997), estos caracteres no son de utilidad para la identificación de las especies.

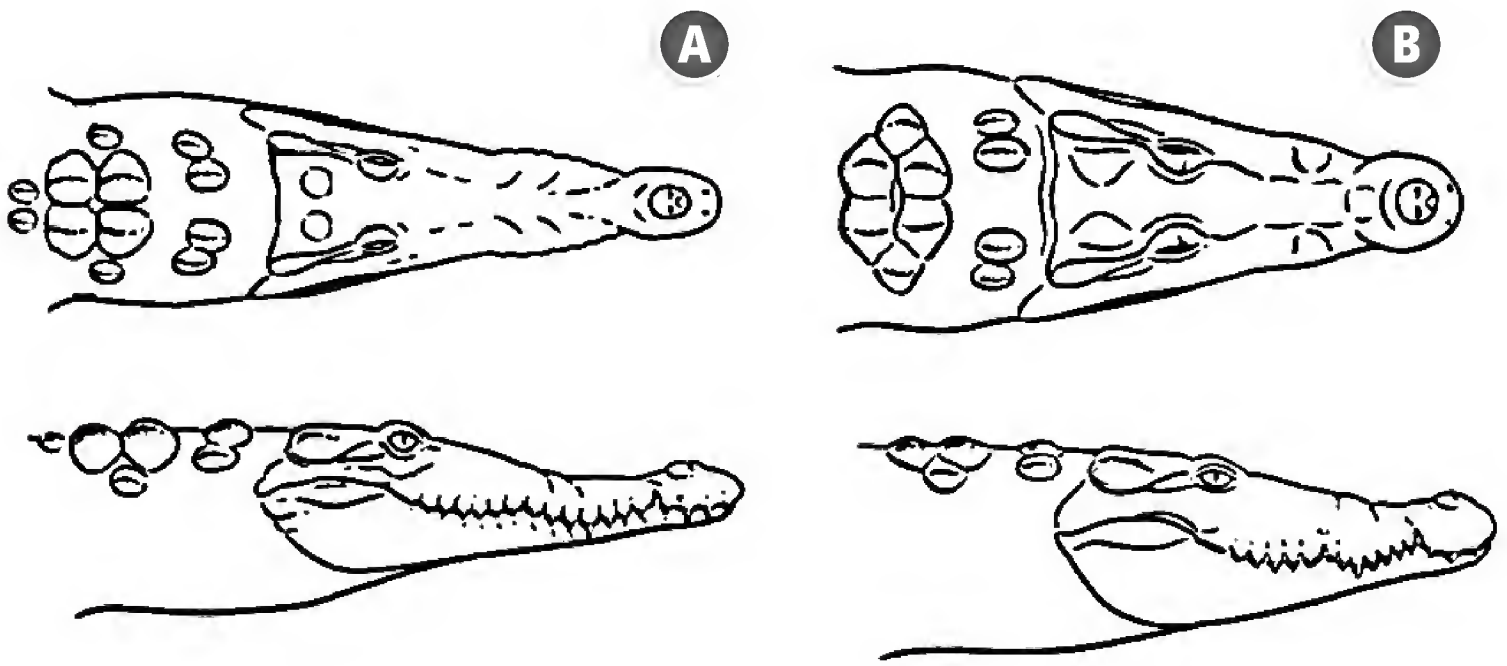


Figura 7.2. Vistas dorsal y lateral de la cabeza de *Crocodylus acutus* **(A)** y *C. moreletii* **(B)**. Se aprecian las proporciones entre ancho y largo del cráneo, la elevación preorbital media (más pronunciada en *C. acutus*), y el número y patrón de los osteodermos nucales.
Tomado de: Guía de identificación de los cocodrilos protegidos por la CITES (1995).

Patrón de escamas subcaudales – Por lo expuesto anteriormente, Platt y Rainwater (2005) concluyeron que *"el mejor criterio diagnóstico para diferenciar a ambas especies es el patrón de escamas subcaudales"*; es decir, las escamas presentes en la superficie lateral y ventral de la cola. Cabe señalar que dicho criterio es el más utilizado para diferenciar ambas especies (por ejemplo véase Lee, 2000; Köhler, 2008; ver **Figura 7.3**). *Crocodylus moreletii*

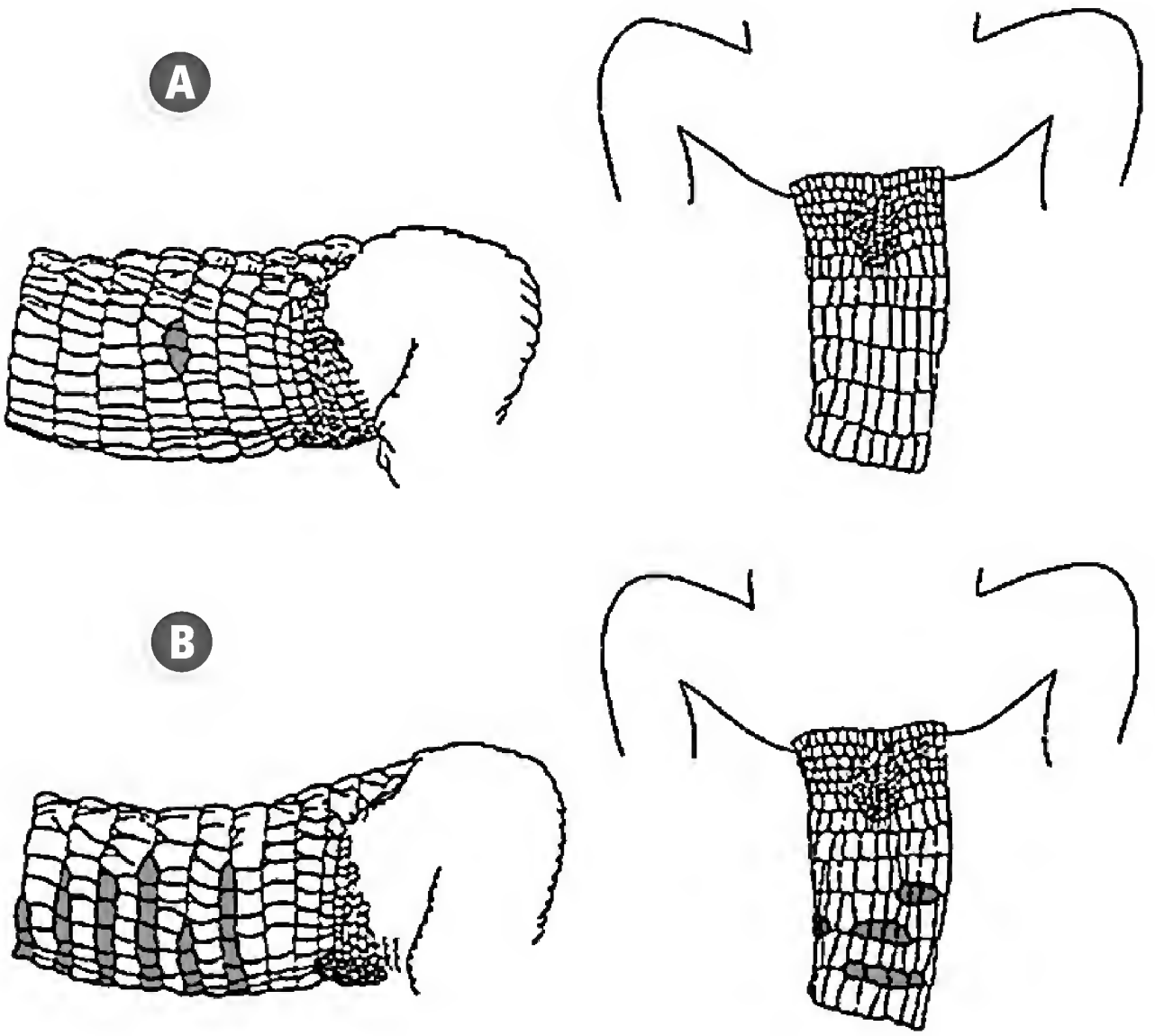


Figura 7.3. Vistas lateral (izquierda) y ventral (derecha) de la escamación caudal en la parte anterior de la cola de *Crocodylus acutus* **(A)** y *C. moreletii* **(B)**.
Vista lateral según en Lee (2000); vista ventral según Köhler (2008).

tiene grupos irregulares de escamas en la región subcaudal (King y Brazaitis 1971, Brazaitis 1973, Ross y Ross 1974; Figs. 3B y 4B), que normalmente no están presentes en *C. acutus* (**Figuras 7.3A y 7.4A**). Aunque puede haber escamas irregulares en la parte proximal de la cola de ambas especies, cuando existen en *C. acutus*, no son más de tres y se encuentran confinadas a la superficie lateral en la base de la cola (**Figura 7.3A**). En *C. moreletii* las hileras de escamas irregulares en la región caudal son más numerosas y pronunciadas, y siempre están en la superficie ventral, aunque no se limitan a ésta (**Figuras 7.3B y 7.4B**).

Figura 7.4. Vistas lateral y ventral de la escamación caudal en la parte anterior de la cola de *Crocodylus acutus* **(A)** y *C. moreletii* **(B)**. Se aprecia la apariencia simétrica en *C. acutus* y la presencia de grupos de escamas irregulares en *C. moreletii*. Ambos ejemplares fueron capturados en Quintana Roo; el ejemplar de *Crocodylus acutus* en Bacalar Chico
Fotografía: Alejandro Franco y el ejemplar de *Crocodylus moreletii* en Laguna Cobá
Fotografías: Pierre Charruau. Tomado de Cedeño-Vázquez *et al.* (2008).

Cuadro 7.1. Comparación de los caracteres morfológicos que distinguen a *Crocodylus moreletii* de *C. acutus*. Los superíndices denotan las referencias bibliográficas (ver pie de cuadro y bibliografía para la referencia completa). Modificado de Platt y Rainwater (2005).

Carácter	*Crocodylus moreletii*	*Crocodylus acutus*
ASPECTO GENERAL		
Coloración	Verde oscuro a negro [1]	Café grisáceo con bandas transversales oscuras [1]
Longitud total máxima	Raramente > 4.0 m de longitud total [2]	Hasta 4.0 m de longitud total, ocasionalmente más [3,4,5]
CRÁNEO Y CABEZA		
Longitud del cráneo	1.5 x anchura de la base [1]	1.8 a 2.5 x anchura de la base [1]
Joroba preorbital	Presente pero reducida [1,3,6]	Bien desarrollada [1,3]
Sutura premaxilar	Transversal [2,7]	Se extiende posteriormente [2,7]
ESCUTELACIÓN		
Grupo de escamas nucales	4 escamas grandes formando un cuadro, flanqueadas por una escama simple a cada lado [1,11]	1 a 6 escamas de tamaño y arreglo variables [1]
Grupo de escamas dorsales	15 a 17 hileras transversales, con 1 a 6 escamas cada una [1,11]	14 a 17 (generalmente 16) hileras transversales, con 2 a 6, pero raramente más de 4 escamas cada una [1,8]
Crestas caudales dobles	16 a 20 [1,11]	16 a 17 [1]
Crestas caudales simples	16 a 22 [1,9,11]	15 a 16 [1]
Hileras de escamas ventrales	28 a 37 [1,11]	26 a 32 [1]
Escamas subcaudales	Escamas irregulares presentes sobre la superficie lateral y ventral [10]	Si las llegan a tener, están confinadas a la superficie lateral [10]

1. Brazaitis,1973. **2**. Pérez-Higareda *et al*., 1991. **3**. Thorbjarnarson, 1989. **4**. Álvarez del Toro, 1974. **5**. Schmidt, 1924. **6**. Ross, 1987. **7**. Lee, 1996. **8**. Ross y Meyer, 1983. **9**. Platt y Thorbjarnarson, 1997. **10**. Ross y Ross, 1974. **11.** Platt *et al*., 2008.

7.3. Identificación de individuos híbridos

Los patrones de las escamas de la región subcaudal son caracteres diagnósticos clave para determinar la identidad taxonómica de *C. moreletii* y *C. acutus* (Platt y Rainwater 2005). Sin embargo, es complicado identificar correctamente a estas especies en zonas de hibridación por la presencia de híbridos crípticos (cocodrilos con fenotipo de una especie pero con genotipo de la otra).

Se ha identificado la hibridación entre especies del género *Crocodylus* principalmente en cautiverio (FitzSimmons *et al*., 2002). Investigaciones realizadas recientemente en México (Cedeño-Vázquez *et al*., 2008; Rodriguez *et al*., 2008; Machkour-M´Rabet *et al*., 2009) y Belice (Hekkala, 2004; Ray *et al*., 2004), proporcionaron evidencia genética que demuestra que existe hibridación entre poblaciones silvestres de *C. acutus* y *C. moreletii* en la península de Yucatán.

De acuerdo con los análisis de ADN mitocondrial, hay un número importante de cocodrilos híbridos, producto del apareamiento entre miembros de las poblaciones de *Crocodylus acutus* y *C. moreletii*, de la porción oriental de la península de Yucatán (Hekkala, 2004; Ray *et al*. 2004, Cedeño-Vázquez *et al*. 2008) y no todos presentan rasgos morfológicos atípicos que indiquen su condición de animales híbridos (Cedeño-Vázquez *et al*. 2008). La hibridación ocurre de manera bidireccional y la proporción de individuos híbridos es considerable, lo que indica que existe un marcado intercambio genético entre estas especies (Ray *et al*. 2004, Cedeño-Vázquez *et al*., 2008; Rodriguez *et al*., 2008).

En el extremo sur de Quintana Roo, en el área comprendida entre Ría Lagartos, Yucatán y la península de Xcalak, Cedeño-Vázquez

et al. (2008) identificaron al menos seis patrones diferentes de escamas en 16 individuos híbridos (**Cuadro 7.2**).

Cuadro 7.2. Patrones de escamas de la región subcaudal observados en 16 cocodrilos híbridos capturados en la porción oriental de la península de Yucatán, México. Se incluye el tamaño de muestra **(n)** para cada patrón.

Patrón	Descripción
1 (n=5)	*C. moreletii* fenotípicamente normal. Presentan grupos numerosos de escamas subcaudales irregulares, tanto laterales como ventrales.
2 (n=3)	Aspecto general de *C. moreletii*, pero con grupos reducidos de escamas subcaudales irregulares.
3 (n=3)	*C. acutus* fenotípicamente normal. Sin escamas subcaudales irregulares excepto una, confinada a la superficie lateral.
4 (n=1)	Aspecto general de *C. acutus*, pero con grupos de escamas subcaudales irregulares: 3, 4 y 2 en las superficies laterales y ventral de la cola, respectivamente.
5 (n=1)	*C. acutus* fenotípicamente normal. Sin escamas subcaudales irregulares. Sólo dos grupos de escamas irregulares, uno en cada lado de la cola.
6 (n=3)	*C. acutus* fenotípicamente normal. Sin escamas subcaudales irregulares.

Varios de estos patrones coinciden con algunos de los rasgos observados por Hekkala (2004) en ejemplares de Belice, donde algunos fueron identificados en el campo como *C. moreletii*. Sin embargo,

el 80%, fueron catalogados por su apariencia general como *C. moreletii*, pero caracterizados como híbridos potenciales por la presencia de patrones atípicos de escamas o por el tipo de nido que construyeron (**Cuadro 7.3**).

Cuadro 7.3. Rasgos observados en 22 cocodrilos híbridos capturados en la porción oriental de Belice.
Se incluye el tamaño de muestra **(n)** para cada rasgo.
Tomado y modificado de Hekkala (2004).

Patrón	Descripción
1 (n=5)	*C. moreletii* fenotípicamente normal. Con grupos numerosos de escamas subcaudales irregulares, tanto laterales como ventrales.
2 (n=3)	*C. moreletii* fenotípicamente anormal. Sin grupos de escamas subcaudales irregulares.
3 (n=4)	Con pequeños grupos de escamas subcaudales irregulares, confinadas a la línea media de la superficie ventral que no llegan a la superficie lateral de la cola.
4 (n=1)	Sin grupos de escamas subcaudales irregulares. Número reducido de escudos dorsales por fila.
5 (n=1)	Con grupos de escamas subcaudales irregulares, pero con número reducido de escudos dorsales por fila.
6 (n=1)	*C. moreletii* fenotípicamente normal, pero con un reducido número de escudos dorsales por fila.
7 (n=1)	*C. moreletii* fenotípicamente normal pero con siete grupos de escamas subcaudales irregulares, pero las escamas muy reducidas en tamaño.
8 (n=1)	Once grupos de escamas subcaudales irregulares, todos (excepto dos grupos pequeños) ubicados en la superficie lateral de la cola.
9 (n=7)	Nido intermedio (hoyo-montículo).

Cabe señalar que existen individuos que no muestran patrones atípicos de escamas, es decir, no tienen una mezcla de caracteres de ambas especies, lo que corresponde a individuos con introgresión genética (Rodriguez *et al.* 2008). Los individuos que tienen introgresión genética son el resultado de retrocruzas entre los híbridos iniciales y miembros de las especies parentales, lo cual acaba por eliminar la mayor parte de los caracteres fenotípicos heredados de uno de los ancestros. En estos casos resulta imposible determinar si un individuo, que vive en la zona de simpatría entre ambas especies, es híbrido. La única manera de poder determinar la verdadera identidad de un individuo, con las características antes descritas, es obteniendo muestras de tejido (ver **sección 5.4 del Capítulo 5**) para realizar los análisis genéticos correspondientes.

A manera de conclusión, no hay forma de diferenciar a todos los individuos híbridos visualmente en las zonas detectadas como potenciales sitios de hibridación, debido a que el margen de error es muy alto., La manera más segura de hacerlo es por medio de las pruebas genéticas respectivas. Por otra parte, no recomendamos que los individuos híbridos que sean detectados en áreas de simpatría en la Península de Yucatán sean extraídos, ya que la hibridación entre *C. acutus* y *C. moreletii* en esta zona es un fenómeno natural que probablemente ha ocurrido desde antes de la existencia de los seres humanos, y que debe seguir su curso evolutivo.

Finalmente, como ayuda visual para el trabajo de campo relacionado con el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano México-Belice-Guatemala, en las **Figuras 7.5, 7.6 y 7.7** se muestran cráneos de animales adultos de *C. moreletii* y de *C. acutus*. En la **Figura 7.8** se muestran comparaciones entre juveniles.

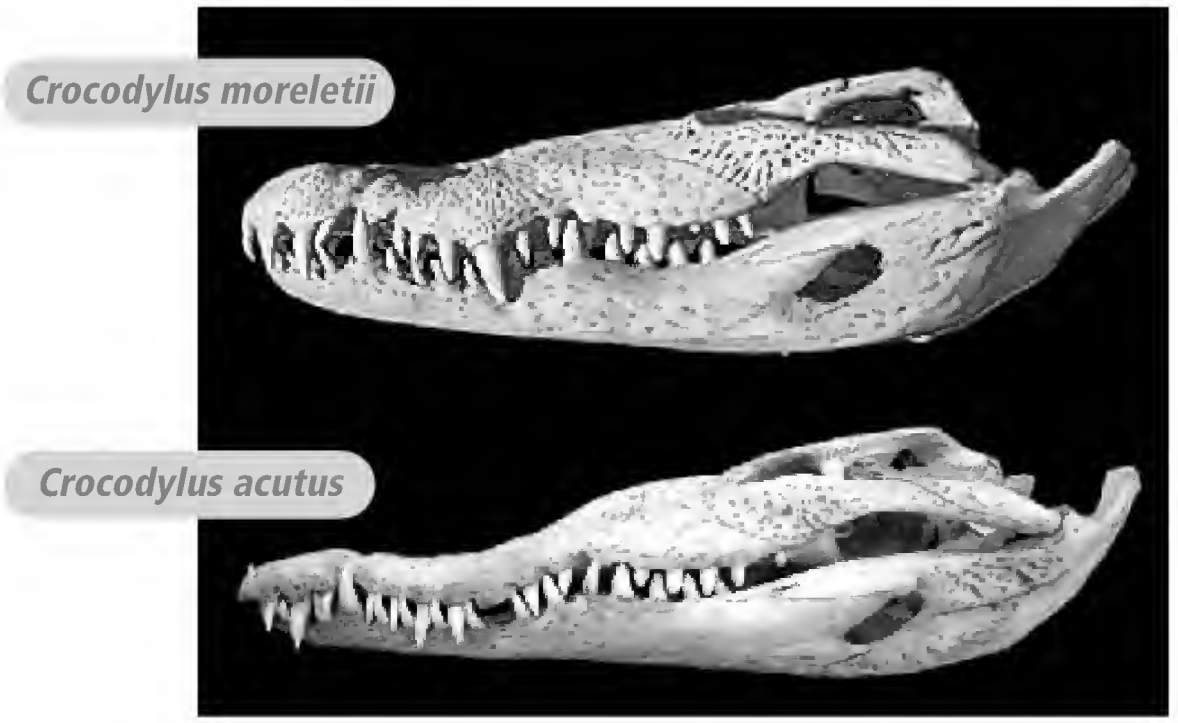


Figura 7.5. Diferencia entre los cráneos de *Crocodylus moreletii* (arriba) y *C. acutus* (abajo), vista lateral. Fotografía: Luis. Sigler.

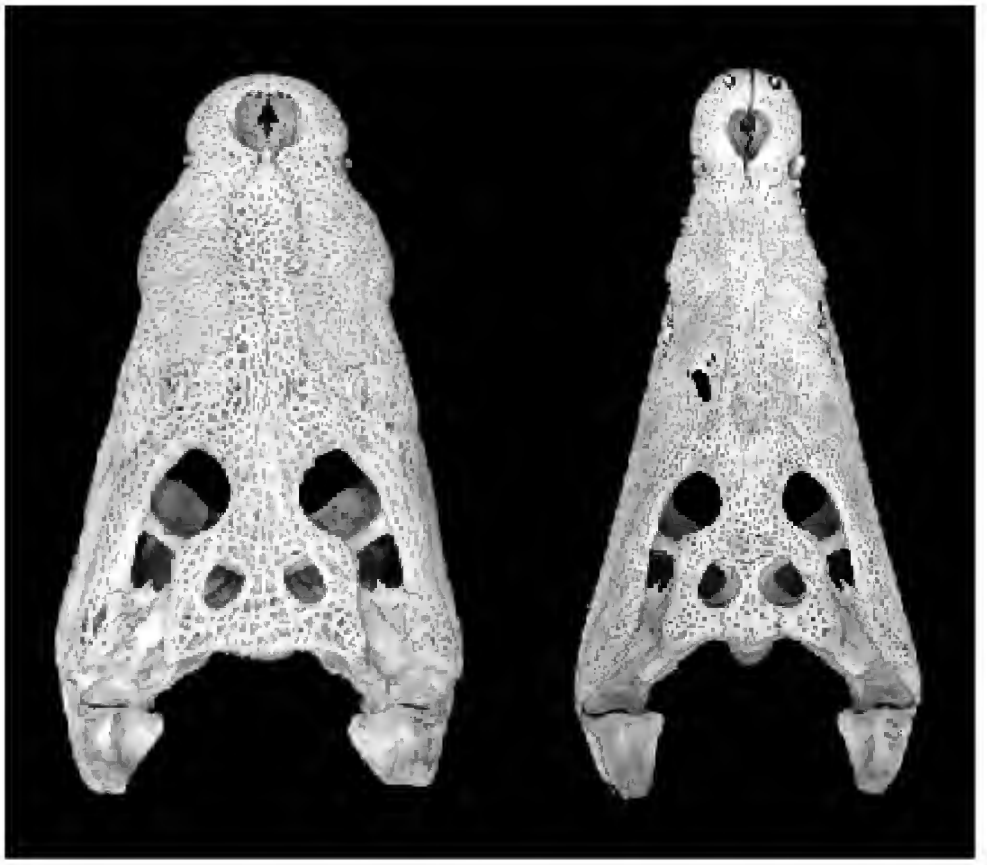


Figura 7.6. Diferencia entre los cráneos de *Crocodylus moreletii* (izquierda) y *C. acutus* (derecha), vista dorsal. Fotografía: Luis. Sigler.

Figura 7.7. Diferencia entre los cráneos de *Crocodylus moreletii* (izquierda) y *C. acutus* (derecha), vista palatina. Apréciese en rojo las flechas indicando la sutura entre los huesos maxilar y pre-maxilar. Fotografía: Luis. Sigler.

Figura 7.8. Diferencia entre juveniles de *Crocodylus moreletii* (arriba) y *C. acutus* (abajo), vista lateral. Apréciese en blanco las flechas indicando la presencia de hileras de escamas irregulares en *C. moreletii*. Fotografía: Luis. Sigler.

IV. REFERENCIAS (POR CAPÍTULO)

Introducción

Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México: estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 pp.

Bondavalli, C. y R.E. Ulanowicz. 1999. Unexpected Effects of Predators Upon Their Prey: The Case of the American Alligator. *Ecosystems* 2: 49–63.

Brochu C. 2001. Congruence between physiology, phylogenetics and the fossil record on crocodylian historical geography. Pp. 9-28. En: Crocodilian Biology and Evolution (eds. Grigg, G. C., F. Seebacher y C.E. Franklin). Chipping Norton-Surrey Beatty and Sons. Australia.

Cherkiss, M.S., H.E. Fling, F.J. Mazzotti, K.G. Rice y M.D. Conill. 2008. Contando y Capturando Cocodrílidos. University of Florida, IFAS Extension. Circular 1451S, Fort Lauderdale, FL. 12 pp.

CONABIO. 2010. Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), 2010. Documento de Acuerdos. CONABIO, México, D. F. 18 pp.

Danielsen, F., A.E. Jensen, P.A. Alviola, D.S. Balete, M. Mendoza, A. Tagtag, C. Custodio y M. Enghoff. 2005. Does monitoring matter? A quantitative assessment of management decisions from locally-based monitoring of protected areas. *Biodiversity and Conservation* 14:2633–2652.

Densmore, L.D., III y P. S. White. 1991. The systematics and evolution of the Crocodylia as suggested by restriction endonuclease analysis of mitochondrial and nuclear ribosomal DNA. Copeia 1991: 602-615.

Fagan, W. F. y E. E. Holmes. 2006. Quantifying the extinction vortex. *Ecology Letters* 9:51-60.

García-Grajales, J. A. Buenrostro-Silva y A. H. Escobedo-Galván. 2007. Análisis de los métodos usados para estimar la abundancia de las poblaciones silvestres de cocodrilianos (Crocodylia) en México. Ciencia y Mar XI: 23-32.

Grigg, G. y C. Gans. 1993. Cap. 40. Morphology And Physiology Of The Crocodylia. Pp. 326-336 en: *Fauna of Australia*, Vol 2A (Amphibia and Reptilia). Australian Government Publishing Service, Canberra, AU.

Kushlan, J.A. 1974. Observations on the role of the American alligator (*Alligator mississippiensis*) in the southern Florida wetlands. Copeia 1974: 993–6.

Martin, J. E. y M. J. Benton. 2008. Crown Clades in Vertebrate Nomenclature: Correcting the Definition of Crocodylia. Systematic Biology 57:173–181.

McAliley, L. Rex, R.E. Willis, D.A. Ray, P. Scott White, C.A. Brochu y L.D. Densmore III. 2006. Are crocodiles really monophyletic? —Evidence for subdivisions from sequence and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39:16-32.

Naiman, R.J. y K.H. Rogers. 1997. Large Animals and System-Level Characteristics in River Corridors. *BioScience* 47: 521-529.

Parks and Wildlife Service of the Northern Territory. 2005. Management plan for *Crocodylus porosus* in the Northern Territory 2005 - 2010. Parks and Wildlife Service of the Northern Territory. Palmerston, NT, 25 pp.

Platt S.G. y J.B. Thorbjarnarson. 2000. Population Status and Conservation of Morelet's Crocodile. *Biological Conservation* 96: 21-29.

Platt, S.G., T.R. Rainwater y S. Nichols. 2004. A recent population assessment of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in Turneffe Atoll, Belize. *Herpetological Bulletin* 89:26-32.

Porter, K.R. 1972. Herpetology. W. B. Saunders Company, Philadelphia, PA., 524 pp.

Powell, J., 1973. Crocodilians of Central America, including Mexico and the West Indies: Developments since 1971. Pp. 27-31. En: Crocodiles. Proceedings 2nd Working Meeting of Crocodile Specialist Group. IUCN and The World Conservation Union, Morges, Suiza, pp. 27-31.

Roos, J., R.K. Aggarwal y A. Janke. 2007. Extended mitogenomic phylogenetic analyses yield new insight into crocodylian evolution and their survival of the Cretaceous–Tertiary boundary. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 45: 663–673.

Sánchez, Ó. 2009. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). Documento Técnico base para el "Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. D. F., 40 pp.

Sánchez, O. y J. Álvarez-Romero. 2006. Conservation Status of the Morelet´s Crocodile (*Crocodylus moreletii*) in Mexico: a proposal for its reclassification in the U. S. Endangered Species Act (ESA). Pp. 255 -264. En: Crocodiles. Proceedings of the 18th working meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, Inglaterra.

Sereno, P.C., H.C.E. Larson, C.A. Sidor y B. Gado. 2001. The giant crocodyliform *Sarcosuchus* from the Cretaceous of Africa. *Science* 294: 1516–1519.

Webb, G.J.W., S.C. Manolis y P.J. Whitehead (eds.). 1987. Wildlife Management: crocodiles and alligators. Surrey Beatty and sons Pty Limited, Chipping Norton, New South Wales, Australia, 552 pp.

Xuan Vinh, Nguyen., Vu Ngoc Long, B. K. Simpson, Ngo Van Tri, Lai Tung Quan, Huynh Xuan Quang y Vo Van Dung. 2006. Status of the Freshwater Crocodile

(*Crocodylus siamensis*) in Song Hinh District, Phu Yen Province, Viet Nam. Mekong Wetlands Biodiversity Conservation and Sustainable Use Programme, Vientiane, Lao People´s Democratic Republic, 48 pp.
Zimbabwe Parks and Wildlife Management Authority. 2006. Status of the wild crocodile populations in Zimbabwe. Harare, 24 pp.

Antecedentes

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 2006. Listado de especies amenazadas de Guatemala. http://www.conap.gob.gt/Members/admin/documentos/documentos-centro-de-documentacion/lo-nuevo/Lista%20de%20Especies%20Amenazadas%20de%20Guatemala.pdf/view. Última consulta 14 de febrero de 2011.
Domínguez Laso, J., 2006. Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES. Instituto de Historia Natural y Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS009. México D.F. http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=CS&Numero=9. Última consulta 14 de febrero de 2011.
Endangered Species Act (ESA). 2010. Species profile: *Crocodylus moreletii*. US Fish and Wildlife Service. http://www.fws.gov/ecos/ajax/speciesProfile/profile/speciesProfile.action?spcode=C006. Última consulta 14 de febrero de 2011.
Government of Belize. 2000. *Wildlife Protection Act* http://www.belizelaw.org/lawadmin/PDF%20files/cap220.pdf. Última consulta 14 de febrero de 2011.
Lacy, R.C., M. Borbat y J.P. Pollack. 2003. Vortex. A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.42. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.
NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana de protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. SEMARNAT. México.
Ross, J.P. 2000. *Crocodylus moreletii*. En: IUCN Red List of Threatened Species (IUCN 2010). Version 2010.1. www.iucnredlist.org. Última consulta 14 de febrero de 2010.
Sánchez, Ó. 2009. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). Documento Técnico base para el "Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. D. F., 40 pp.

Sánchez, O. y J. Álvarez-Romero. 2006. Conservation Status of the Morelet´s Crocodile (*Crocodylus moreletii*) in Mexico: a proposal for its reclassification in the U. S. Endangered Species Act (ESA). Pp. 255 -264. En: Crocodiles. Proceedings of the 18th working meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, Inglaterra. http://iucncsg.org/ph1/modules/Publications/proceedings/CSG_18th_Proceedings_2006.pdf. Última consulta 14 de febrero de 2011.

SEMARNAP. 1999. Proyecto para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM). INE/SEMARNAP. 107pp.

Sigler L., León-Ojeda F., Domínguez-Lazo J., López-Ozuna L., Lavín-Murcio P. y O. Hinojosa. 2002. Surveys of wild populations of Morelet's crocodile *Crocodylus moreletii* in several states of the Mexican Republic. 16th Working meeting of the Crocodile Specialist Group from the I.U.C.N. Gainesville, Florida, EUA.

Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), 2010. Documento de Acuerdos. CONABIO, México, D. F. 18 Pp.

Evaluación y Monitoreo del Hábitat (EMH)

Bailey, J. A. 1984. Principles of wildlife Management. JohnWiley & Sons. 373 pp.

Casas-Andreu, G. 2002. Hacia la conservación y manejo sustentable del lagarto o cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). Pp. 27-45. En: La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina. Vol. 2 (eds. Verdade, L.M. y Lariera). CN Editorial. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.

Cedeño-Vázquez, J. R., J. Perran Ross y S. Calmé. 2006. Population status and distribution of *Crocodylus acutus and C. moreletii* in Southeastern Quintana Roo, México. *Herpetological Natural History* 10: 53-66.

De la Lanza Espino, S. Hernández Pulido, J. L. García Calderón y J. Conde Gómez. 1991 Hidrología y difusión de nutrientes del sedimento en drenes agroindustriales periféricos en una laguna costera al NO de México. En: Ecología de los manglares, productividad acuática y perfil de comunidades en ecosistemas lagunares-estuarinos de la costa noroccidental de México. Parte 1: Ensenada del Pabellón, Bahía de Altata y Bahía de Mazatlán (coords. V. Arenas Fuentes y F. J. Flores Verdugo). Informe técnico. DGAPA (1991), p. 350 Clave: IN-202389,

Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México 142 pp.

Morrison, M. L., B. G. Marcot y R. W. Mannan. 1998. Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and applications. 2 edit. The University of Wisconsin press. EUA. 435 pp.
Ouboter, P. E. y L. M. R. Nanhoe. 1988. Habitat selection and migration of *Caiman crocodilus crocodilus* in a swamp and swamp-forest habitat in northern Suriname. *Journal of Herpetology* 22: 283-294.
Platt S. G. y J. B. Thorbjarnarson. 2000. Population Status and Conservation of Morelet's Crocodile. *Biological Conservation* 96: 21-29.
Rainwater, T. R., S. G. Platt y S. T. McMurry. 1998. A population study of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in the New River Watershed of northern Belize. Pp. 206-220. En: Crocodiles. Proceedings of the 14th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Suiza.
Rodda, G. H. 1984. Movements of juvenile American crocodiles in Gatun Lake, Panama. *Herpetologica* 40: 444-451.
Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D. F. 432 pp.
Trefethen, J. B. 1964. Wild Life Manegement and conservation. D. C. Heath Co., Boston. 120 pp.
Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of hábitat quality. *Journal of wildlife Management* 4: 893-901.
Wu, T. H., T. R. Rainwater, S. G. Platt, S. T. McMurry y T. A. Anderson. 2000. Organochlorine contaminants in Morelet's crocodile eggs from Belize. *Chemosphere* 40: 671-678.

Detección Visual Nocturna (DVN)

Bayliss, P. 1987. Survey methods and monitoring within crocodile management programmes. Pp: 157-175. En: Wildlife management: crocodiles and alligators (eds. Webb, G.J.W., S.C. Manolis y P.J. Whitehead). Surrey Beatty and Sons, Australia.
Castañeda-Moya, F.J. 2000. Estatus de *Crocodylus moreletii* en el parque nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala. Crocodiles: Proceedings of the 15th working meeting of the CSG. pp: 521. IUCN-The World Conservation Union Gland, Suiza.
Cedeño-Vázquez, J.R., J.P. Ross y S. Calmé. 2006. Population status and distribution of *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* in southeastern Quintana Roo, Mexico. Herpetological Natutal History 10:17-30.
Chabreck, R.H. 1966. Methods of determining the size and composition of alligator populations in Louisiana. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners* 20:105-112.
Cherkiss, M. S., H. E. Fling, F. J. Mazzotti, K. G. Rice y M. D. Conill. 2008. Contando y Capturando Cocodrílidos. University of Florida, IFAS Extension. Circular 1451S, Fort Lauderdale, FL. 12 pp.

Choquenot, D. y G. Webb. 1987. A photographic technique for estimating the size of crocodilians seen in spotlight surveys and quantifying observer bias in estimating sizes. Pp. 217-224. En: Wildlife management: crocodiles and alligators (Webb, G.J.W., S.C. Manolis y P.J. Whitehead, eds.). Surrey Beatty and Sons, Australia.

Cupul-Magaña, F.G. 2009. ¡A contar cocodrilos!: comentarios y ejercicios básicos sobre algunos métodos para evaluar poblaciones silvestres. *Ciencia y Mar* 13:3-14.

De Lucenay, A.M. 1940. El *Crocodylus acutus* mexicanus. Los ejemplares degenerados del caño del plantar. Depto. de Pesca e Industrias Marítimas. 15 pp.

García-Grajales, J.A. Buenrostro-Silva y A.H. Escobedo-Galván. 2007. Análisis de los métodos usados para estimar la abundancia de las poblaciones silvestres de cocodrilianos (Crocodylia) en México. *Ciencia y Mar* XI: 23-32.

Meerman, J.C. 1992. The status of crocodiles in the eastern Corozal District. *Ocasional Papers of the Belize Natural History Society* 1:1-5.

O'Brien, T.G. 1990. A comparison of 3 survey methods for estimating relative abundance of rare crocodilians. Pp: 91-108. En: Crocodiles. Proceedings of the 10th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. The World Conservation Union. Gland, Suiza.

Platt, S.G. 1996. The ecology and status of Morelet´s crocodile in Belize. Tesis de doctorado, Clemson University, Clemson, South Carolina., EUA. 173 pp.

Platt, S.G. y J.B. Thorbjarnarson. 2000. Population status and conservation *Crocodylus moreletii*, in northern Belize. Biological Conservation 96: 21-29.

Sánchez, Ó. 2009. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). Documento Técnico base para el "Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. D. F., 40 pp.

Sigler, L. 1998. Monitoreo y captura de cocodrilianos silvestres. Manuscrito presentado en "1er Curso Taller para el Proyecto de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Cocodrilianos de México". Pantanos de Centla, Tabasco. 8 pp.

Sigler, L. 2001. Diagnostico del estado actual del conocimiento sobre las poblaciones silvestres y sistemas productivos del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* (Duméril), en México. Ponencia presentada en la 1ª reunión tri nacional: Belice-Guatemala-México, para la conservación del Cocodrilo de Morelet *Crocodylus moreletii*. Petén, Guatemala.

Sigler, L., F. León-O., Domínguez-Laso, J., López, P. Lavín y O. Hinojosa. 2002. Monitoring wild populations of Morelet's crocodile, *Crocodylus moreletii*, in several states in Mexico. 16th Meeting of the Crocodile Specialist Group of the UICN, Gainesville, Florida.

Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), 2010. Documento de Acuerdos. CONABIO, México, D. F. 18 Pp.

Verdade, L.M. 2000. Regression equations between body and head measurements in the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Revista Brasileira de Biologia* 60: 469-482.
Villaseñor-Gómez, J.F. y E. Santana. 2003. El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. Pp: 224-262. En: Conservación de las aves: experiencias en México (eds. H. Gómez-de-Silva y A. Oliveras-de-Ita). CIPAMEX. México.

Marcaje y Recaptura de Ejemplares (MRE)

Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México: estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 pp.
Álvarez del Toro, M. y L. Sigler. 2001. Los Crocodylia de México. IMERNAR. PROFEPA. México. 134 pp.
Campbell, T.W. 1996. Clinical pathology. Pp. 248-257. En: Reptile Medicine and Surgery (ed. Mader, M.D.). W.B. Sauders Company, Filadelfia, EUA.
Domínguez-Laso, J. 2001a. Análisis Poblacional del *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) y *Crocodylus moreletii* (Duméril, 1951) en el sistema norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK), en Quintana Roo, México. III Reunión de Trabajo del Subcomité COMACROM, Culiacán Sinaloa, México.
Domínguez-Laso, J. 2001b. Análisis Poblacional del *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) y *Crocodylus moreletii* (Duméril, 1951) en el sistema norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK), en Quintana Roo, México. Reunión Regional Península de Yucatán del Subcomité COMACROM, Ría Lagartos Yucatán, México.
Domínguez-Laso, J. 2005a. Estado Actual de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITIES. Informe Final. CONABIO-IHNE. 97pp.
Domínguez-Laso, J. 2005b. Contribución al conocimiento de la distribución del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en el estado de San Luís Potosí, México. En memorias de la 6a Reunión COMACROM - Centro Universitario de la Costa, Jalisco, México. 29pp.
Domínguez-Laso, J. 2005c. Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES; 2004 Fase I. En memorias de la 6a Reunión COMACROM - Centro Universitario de la Costa, Jalisco, México. 30 pp.
Domínguez-Laso, J. 2006. El cocodrilo de Pantano. Nucú, IHNE. México, 12pp.
Domínguez-Laso, J. 2008 c. Memorias del 1er Taller especializado en cocodrilianos de México. IHN - ZooMAT - MUCRO, Chiapas. 51pp.
Domínguez-Laso, J. 2008a. Contingent actions with crocodilians of Chiapas, México. Proceedings of the 19th Working meeting of the Crocodile Specialist Group

of the Species Survival Commission of IUCN the World Conservation Union. Convenid at Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 2-6-June-2008. 153pp.
Domínguez-Laso, J. 2008b. Manejo y conservación de los Crocodylia de México. Memorias del Taller Colima, Colima, México. 49pp.
Domínguez-Laso, J. 2009. Captures of morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*), with the record of size in the Grijalva river, Chiapas, México. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 28: April - June 2009.
Domínguez-Laso, J. 2010. The Sanctuary "La Esperanza", a paradise of Crocodiles. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 29: January - March 2010.
Domínguez-Laso, J. y A. Britton, 2009. Proposed Study on the Use of Magnets to Disrupt Homing in Relocated Saltwater Crocodiles (Crocodylus porosus). Big Gecko, PO Box 925, Sanderson, NT 0813.
Domínguez-Laso, J. y F. Pascual-Lucio. 2007. Differentiation Of Crocodilian Species Of Mexico Using (Aflp's) The Polymorphism Of The Amplified Fragments Length. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 26: October - December 2007.
Domínguez-Laso, J. y G. Aldana-Cuevas. 2003. Manejo de cocodrilos en la Ciénega de Cabezas Tamasopo, San Luis Potosí. Memorias del Curso - Taller, SLP. 56 pp.
Domínguez-Laso, J. y O. Gordillo Solís. 2006. Métodos y Técnicas de Campo para el estudio y conservación de poblaciones silvestres de cocodrilianos en humedales costeros REBIEN - CONANP – IHNE.
Domínguez-Laso, J., L. Sigler, O. Hinojosa y O. Sánchez. 2005. Determinación del estado actual de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México "COPAN". Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG/SSC/IUCN)" MAYO de 2005. SANTA FE, ARGENTINA.
Domínguez-Laso, J., M. Martínez A., F. León O. y L. López. 2002. Monitoreo de poblaciones silvestres de *Crocodylus moreletii* por su distribución natural a lo largo del Golfo de México. IV Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), Universidad de Campeche y SET-MAR, Campeche, Campeche.
Domínguez-Laso, J., O. Hinojosa-Falcón y L. Sigler. 2004. Determinación del estado actual de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus morletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES. Memorias de la VIII Reunión nacional de Herpetología. UJAT Villahermosa, Tabasco. 36 pp.
Domínguez-Laso. J., F. Léon, L. López y M. Martínez-Aeyon. 2002. Monitoreos poblacionales de cocodrilo de morelet *Crocodylus moreletii* en México: Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco y Campeche. COMACROM. 3 pp.
García-Cruz, E.G.; Espinoza-Medinilla, E. E. y Domínguez-Laso, J. 2006. Análisis Genético en poblaciones de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) de los estados de Chiapas y Quintana Roo. Tesis de licenciatura. UNICACH, Chiapas. 65 pp.

Jones, T.R. 1861. Reptilia. Part 4. General Outline of the Organization of the Animal Kingdom, and Manual of Comparative Anatomy. John Van Voorst, London, Inglaterra.
Köhler, G. 2006. Diseases of amphibians and reptiles. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. 171 pp.
Lang, J. 1992. Determinación del sexo. Cocodrilos y Caimanes. Materia Viva. Singapur, 120 pp.
Lillywhite, H.B. y A.N. Smits. 1984. Lability of blood volume in snakes and its relation to activity and hypertension. *Journal of Experimental Biology* 110: 267-274.
Merediz, A.G., 1999. Ecology, sustainable use by local people and conservation of the Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. Tesis doctoral. State University of New York. Syracuse, New York. 58 pp.
Nash, R.D.M., A.H. Valencia y A.J. Geffen. 2006. The Origin of Fulton's Condition Factor – Setting the Record Straight. *Fisheries* 31: 236-238.
Padilla, S.E. 2008. Hematología, índice corporal y lesiones externas del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en los humedales del norte del estado de Campeche, México. Tesis de Maestría en Ciencias. El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México. 78 pp.
Padilla, S.E., M. Weber y E. Jacobson. 2009. Comparison of sodium heparin and lithium heparin anticoagulants in the plasma biochemistry of the Morelet´s crocodile in Campeche, Mexico. *Veterinaria Méxic*o 40: 203-211.
Rice, A.N. 2004. Diet and Condition of American Alligator Alligator mississippiensis in three Central Florida Lakes. Tesis de Maestria University of Florida. Gainesville, FL. 88 pp.
Ross, J.P., 1995. Conservation of morelet's crocodile. Crocodile Specialist Group Newsletter 14: 21-24.
Ross, J.P., 1998. Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. 2nd Edition. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Inglaterra. viii + 96 pp.
Sánchez, Ó. 2009. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). Documento Técnico base para el "Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. D. F., 40 pp.
Sigler, L. y Domínguez-Laso, J. 2008. Historical and current distribution of Morelet's crocodile in Mexico. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 27: 11-13.
Sigler, L., F. León-O., Domínguez-Laso, J., López, P. Lavín y O. Hinojosa. 2002a. Monitoreo de poblaciones silvestres del cocodrilo de moreletii *Crocodylus moreletii* en varios estados de la república mexicana.

IV Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), Universidad de Campeche y SET-MAR, Campeche, Campeche.
Sigler, L., F. León-O., Domínguez-Laso, J., López, P. Lavín y O. Hinojosa. 2002b. Monitoring wild populations of Morelet's crocodile, *Crocodylus moreletii*, in several states in Mexico. 16th Meeting of the Crocodile Specialist Group of the IUCN, Gainesville, Florida.
Strik, N.I., A.R. Alleman y K.E. Harr. 2007. Circulating inflammatory cells. Pp. 167-218. En: Infectious Diseases and Pathology of Reptiles: Color Atlas and Text (ed. E.R. Jacobson). CRC Press. Florida.
Zweig, C.L. 2003. Body Condition Index Analysis for the American Alligator (*Alligator mississippiensis*). Tesis de Maestria. University of Florida. Gainesville. FL. 49pp.

Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN)

Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México: estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 pp.
Bayliss, P. 1987. Survey methods and monitoring within crocodile management programmes. Pp: 157-175. En: Wildlife management: crocodiles and alligators (eds. Webb, G.J.W., S.C. Manolis y P.J. Whitehead). Surrey Beatty and Sons, Australia.
Casas-Andreu, G. y A. Rogel-Bahena. 1986. Observaciones sobre los nidos y las nidadas de *Crocodylus moreletii* en México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de Méxic*o 13: 323-330.
Casas-Andreu, G., G. Barrios-Quiroz y R. Macip-Rios. (en prensa). Reproducción en cautiverio de *Crocodylus moreletii* en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
Chambers, R.C. y E. A. Trippel. 1997. Early life history and recruitment in fish populations. Chapman and Hall. Fish and Fisheries series 21. Londres, 596 pp.
Cintra, R. 1988. Nesting ecology of the Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Journal of Herpetology* 22: 219–222.
Escobedo-Galván, A. H., G. Casas-Andreu, G. Barrios-Quiroz, V. H. Sustaita-Rodríguez y M. A. López-Luna (en prensa). Observaciones sobre nidos de *Crocodylus moreletii* en San Luís Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
Ferguson, M.W.J. 1985. Reproductive biology and embryology of the crocodilians. Pp: 329-491. En: Biology of the Reptilia. Vol. 14. Development (eds. A.C. Gans, F. Billet y P.F.A. Maderson). John Wiley & Sons, Nueva York.
Harvey, K.R. y G.J.E. Grill. 2003. Mapping the nesting habitats of salterwater crocodiles (*Crocodylus porosus*) in Melacca swamp and the Adelaide River wetlands, Northern Territory: and approach using remote sensing and GIS. *Wildlife Research* 30: 365-375.

Hirshfield, M.F. y D.W. Tinkle. 1975. Natural selection and the evolution of reproductive effort. Proceedings of Nationa Academy of Sciences of the United States of America 27: 2227-2231.
Isberg, S.R., P.C. Thomson, F.W. Nicholas, S.G. Barrer y C. Moran. 2005. Quantitative analysis of production traits in saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*): I. Reproduction traits. Journal of Animal Breeding and Genetics 122: 361-369.
López L.M.A., M.M.G. Hidalgo y L.G Aguirre. 2010. Ecología Terminal de la anidación de *Crocodylus moreletii* en un lago urbano del sureste de México. Pp 30-31. En: Abstracts of the 20th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Suiza y Cambridge, Inglaterra.
Magnusson, W.E., G.C. Grigg y J. A. Taylor. 1980. An aerial survey of potential nesting areas of Crocodylus porosus on the west coast of Cape York Peninusla. *Australian Wildlife Research* 7: 465-478.
Platt, S.G., T. R. Rainwater, J.B. Thorbjarnarson y S. T. McMurry. 2008. Reproductive dynamics of a tropical freshwater crocodilian: Morelet's crocodile in northern Belize. *Journal of Zoology* 275: 177-189.
Sigler, L. 1998. Monitoreo y captura de cocodrilianos silvestres. Manuscrito presentado en "1er Curso Taller para el Proyecto de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Cocodrilianos de México". Pantanos de Centla, Tabasco. 8 pp.

Guía Gráfica para Identificación Morfológica de *Crocodylus moreletii* y Posibles Híbridos con *C. acutus*

Abercrombie, C.L., D. Davidson, C.A. Hope y D.E. Scott. 1980. Status of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in Belize. *Biological Conservation* 17:103–113.
Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México: estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 pp.
Brazaitis, P. 1973. The identification of living crocodilians. Zoologica 58:59–88.
Cedeño-Vázquez, J.R. 2008. Genética de poblaciones, flujo genético e hibridación de *Crocodylus acutus* y *C. moreletii* en la península de Yucatán, México. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur, México.
Cedeño–Vázquez, J.R., D. Rodríguez, S. Calmé, J. P. Ross, Ll. D. Densmore III y J.B. Thorbjarnarson. 2008. Hybridization between *Crocodylus acutus* and *Crocodylus moreletii* in the Yucatan Peninsula: I. Evidence from Mitochondrial DNA and Morphology. Journal of Experimental Zoology 309A: 661-673.
Cedeño-Vázquez, J.R., J.P. Ross y S. Calmé. 2006. Population status and distribution of *Crocodylus acutus* and C. moreletii in southeastern Quintana Roo, Mexico. Herpetological Natutal History 10:17-30.

Charruau, P., J.R. Cedeño–Vázquez y S. Calmé. 2005. Status and conservation of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in Banco Chinchorro Biosphere Reserve, Quintana Roo, México. *Herpetological Review* 36:390–395.

Deeming, D.C. y M.W.J. Fergunson. 1989. The mechanism of temperature dependent sex determination in crocodilians: a hipótesis. *American Zoologist* 29:973-985.

Environment Canada. 1995. Guía de Identificación de CITES – Cocodrilos: guía de identificación de los cocodrilos protegidos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres. Edición Digital en CD. Environment Canada. 148 pp.

FitzSimmons, N., N. Buchan, J.C. Lam, P.V. Polet, G. Hung, T.T. Thang, N. Quoc y J. Gratten. 2002. Identification of purebred *Crocodylus siamensis* for reintroduction in Vietnam. *Journal of Experimental Zoology* 294:373–381.

Hekkala, E.R. 2004. Conservation genetics at the species boundary: case studies from African and Caribbean crocodiles (Genus: *Crocodylus*). Tesis de doctorado., Graduate School of Arts and Science, Columbia University. Nueva York.

King, W.F. y P. Brazaitis. 1971. Species identification of commercial crocodilian skins. *Zoologica* 56:15–70."

Köhler, G. 2008. Reptiles of Central America. 2nd Edition. Herpeton Verlag. Offenbach, Germany.

Lee, J.C. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York y Londres.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. The low lands of México, northern Guatemala, and Belize. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York.

Machkour-M´Rabet, S., Y. Hénaut, P. Charruau, M. Gevrey, P. Winterton y L. Legal. 2009. Between introgression events and fragmentation, islands are the last refuge for the American crocodile in the Caribbean Mexico. *Marine Biology* 156:1321-1333.

Meerman, J.C. 1992. The status of crocodilos in the eastern Corozal District. Occasional papers of the Belize Natural History Society 1:1–5.

Pérez-Higareda, G., A. Rangel-Rangel y H.M. Smith. 1991. Maximum sizes of Morelet´s and American crocodiles. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 27:34-37.

Platt, S.G. 1996. The ecology and status of Morelet´s crocodile in Belize. Tesis de doctorado, Clemson University, Clemson, South Carolina., EUA.

Platt, S.G. y T.R. Rainwater. 2005. A review of morphological character useful for distinguishing Morelet´s crocodile (*Crocodylus moreletii*) and American crocodile (*Crocodylus acutus*) with emphasis on populations in the coastal zone of Belize. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 40: 25-29.

Platt S. G. y J. B. Thorbjarnarson. 2000a. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96:13–20.

Platt S. G. y J. B. Thorbjarnarson. 2000b. Population Status and Conservation of Morelet's Crocodile. *Biological Conservation* 96: 21-29

Platt, S.G. y J.B. Thorbjarnarson. 1997. Status and life history of the American crocodile in Belize. Report to United Nations Development Programme, Global Environmental Facility, Belmopan, Belize. Belize Coastal Zone Management Project BZE/92/G31.

Platt, S.G., J.C. Meerman y T.R. Rainwater. 1999. Diversity, observations, and conservation of the herpetofauna of the Turneffe, Lighthouse, and Glovers Atolls, Belize. *British Herpetological Society Bulletin* 66: 1-13.

Platt, S.G., T.R. Rainwater y S. Nichols. 2004. A recent population assessment of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in Turneffe Atoll. *Belize Herpetological Bulletin* 89:26–32.

Platt, S.G., T.R. Rainwater, J.B. Thorbjarnarson y S.T. McMurray. 2008. Scalation of Morelet´s crocodile (*Crocodylus moreletii*) from Northern Belize. Herpetological Review 39:293-296.

Rainwater, T. R., S. G. Platt y S. T. McMurry. 1998. A population study of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in the New River Watershed of northern Belize. Pp. 206-220. En: Crocodiles. Proceedings of the 14th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Suiza.

Ray, D.A., J.A. Dever, S.G. Platt, T.R. Rainwater, A.G. Finger, S.T. MCMurray, M.A. Batzer, B. Barr, P.J. Stafford, J. McKnight & y L.D. Densmore. 2004. Low levels of nucleotide diversity in *Crocodylus moreletii* and evidence of hybridization with *C. acutus*. *Conservation Genetics* 5: 449-462.

Richardson, K.C., G.J.W. Webb y S.C. Manolis. 2002. Crocodiles: Inside out. A guide to the crocodilians and their functional morphology. Surrey Beatty and Sons, Ltd. Sydney, Australia.

Rodriguez, D., J.R. Cedeño–Vázquez, M.R.J. Forstner y Ll.D. Densmore III. 2008. Hybridization between *Crocodylus acutus* and *Crocodylus moreletii* in the Yucatan Peninsula: II. Evidence from Microsatellites. *Journal of Experimental Zoology* 309A: 674-686.

Ross, C.A. 1987. *Crocodylus moreletii*. Catalog of American Amphibians and Reptiles 407: 1-407.

Ross, C.A. y F.D. Ross. 1974. Caudal scalation of Central American Crocodylus. Proceedings of the Biological Society of Washington 87: 231–234.

Ross, F.D. y G.C. Meyer. 1983. On the dorsal armor of the Crocodilia. Pp. 305-331. En: Advances in herpetology and evolutionary biology (eds. Rhodin, A.G.J. y K. Miyat). Museum of Comparative Zoology, Harvard University. Cambridge, MA.

Schmidt, K.P. 1924. Notes on Central American crocodiles. *Fieldiana* 12: 79-92.

Sigler, L. 1997. Escutelación de *Crocodylus acutus* y *C. moreletii* en México. Memorias de la 4ta. Reunión Regional del Grupo de Especialistas de Cocodrilos

de América Latina y el Caribe.
Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S.C. Villahermosa, Tabasco. P. 193.
Thorbjarnarson, J.B., 1989. Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. Pp. 228–259. En: Crocodiles. Their ecology, management, and conservation. IUCN Publication New Series.
Villegas, A. 2004. Características fenotípicas atípicas en el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y en el cocodrilo de pantano (*C. moreletii*) en la Bahía de Chetumal y el Río Hondo, Quintana Roo, México. Informe Final de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, D.F. 45 pp.

V. ANEXOS

Anexo 1. Equipo de campo para la implementación de los métodos de muestreo (EMH, DVN, MRE, USN).
Anexo 2. Solicitud de permisos de colecta científica y obtención de grapas para marca de *C. moreletii* en México.
Anexo 3. Sistema de marcaje del programa de monitoreo del cocodrilo de pantano México-Belice-Guatemala.
Anexo 4. Seguridad para investigadores durante el trabajo en campo con cocodrilos y lagartos.
Anexo 5. Reporte técnico sobre la elaboración de cartografía.

V. ANEXOS

ANEXO 1

Equipo y material de campo para aplicación de los métodos de muestreo

EMH = Método de Evaluación y Seguimiento del Hábitat
DVN = Método de Detección Visual Nocturna
MRE = Método de Marcaje y Recaptura de Ejemplares
USN = Método de Ubicación y Seguimiento de Nidos

Equipo/Material	Finalidad	Cantidad	Unidad	Métodos			
				EMH	DVN	MRE	USN
Embarcación (lancha) de aluminio o fibra de vidrio: fondo plano, 3 a 10m de eslora, motor fuera de borda,15-40 hp de 2 tiempos	Transporte acuático	1	Unidad	X	X	X	X
Tanque para combustible o dosificador para motor fuera de borda de acuerdo a la embarcación	Almacenaje y transporte de combustible	1	Pieza	X	X	X	X
Bidón para gasolina de 50 ó 20 litros según se necesite	Contenedor de combustible	1	Pieza	X	X	X	X
Manguera	Transferir combustible bidón al tanque	1	Pieza	X	X	X	X
Repuesto de bujía para motor fuera de borda	Substituto en caso de daño de la pieza original	1	Pieza	X	X	X	X
Combustible	Transporte acuático	SE		X	X	X	X

SE= Según embarcación

Continúa cuadro

Continúa cuadro

Equipo/Material	Finalidad	Cantidad	Unidad	Métodos			
				EMH	DVN	MRE	USN
Lubricante (aceite) para motor fuera de borda, 1 litro	Transporte acuático	1	Litro	X	X	X	X
Remos de aluminio o madera	Transporte acuático	2	Piezas	X	X	X	X
Chalecos salvavidas	Seguridad para todos los tripulantes	4 - 6 SCE	Piezas	X	X	X	X
Vehículo terrestre, 4x4 con soporte en el techo para cargar la lancha	Transporte terrestre	1	Unidad	X	X	X	X
Combustible	Transporte terrestre			X	X	X	X
Lubricante	Transporte terrestre			X	X	X	X
Formato de campo	Toma de datos de campo para los diferentes métodos	1	Unidad	X	X	X	X
Cámara fotográfica digital y tarjeta de memoria	Para registro fotográfico de los tipos de vegetación (EMH), ejemplares capturados (MRE), nidos (USN), entre otros.	1	Unidad	X	X	X	X
Geoposicionador (GPS) portátil con capacidad para registro de puntos de referencia y trazo de ruta, configurado en coordenadas geográficas (grados °, minutos ´, segundos ”)	Georreferenciación de puntos de inicio y fin de recorridos e intermedios, inicio y fin de tipo de hábitat (EMH), avistamientos (DVN), capturas (MRE) y nidos (USN)	1	Unidad	X	X	X	X
Pilas recargables de repuesto, adecuadas para el GPS	Funcionamiento del GPS	4	Piezas	X	X	X	X
Cargador de pilas, adecuado para las pilas recargables del GPS	Funcionamiento del GPS	1	Pieza	X	X	X	X

SCE= Según capacidad de la embarcación

Equipo/Material	Finalidad	Cantidad	Unidad	Métodos			
				EMH	DVN	MRE	USN
Material de escritura: lápices, plumas, goma, sacapuntas, entre otros	Toma de datos			X	X	X	X
Productos de consumo personal	Atención personal			X	X	X	X
Herramienta básica (pinzas, llave de bujía, desarmador, llaves inglesas)	Herramientas para reparación de lancha		Paquete	X	X	X	X
Botiquín de primeros auxilios	Seguridad personal	1	Unidad	X	X	X	X
Radios de banda civil (opcionales)	Comunicación			X	X	X	X
Navaja enfundada al cinturón	Herramienta multiuso por tripulante	4 - 6	Unidades		X	X	X
Machete	Herramienta para abrir espacio entre vegetación densa, entre otros usos.	1	Pieza		X	X	X
Baterías automotrices de 12 voltios y cargadas	Iluminación para avistamiento y captura de ejemplares	1 - 2	Unidades		X	X	
Lámpara o faro de 400mil candelas	Iluminación para avistamiento y captura de ejemplares				X	X	
Cables y pinzas	Conexión de la lámpara o faro a las baterías				X	X	
Lámparas de cabeza de 9 a 15 leds	Iluminación personal para el equipo de campo	4 - 6	Unidades		X	X	
Pilas de repuesto adecuadas para las lámparas de cabeza	Iluminación personal para el equipo de campo	8	Piezas		X	X	
Focos de repuesto adecuados para las lámparas de cabeza	Iluminación personal para el equipo de campo	8	Piezas		X	X	

Continúa cuadro

Continúa cuadro

Equipo/Material	Finalidad	Cantidad	Unidad	Métodos			
				EMH	DVN	MRE	USN
Reloj a prueba de agua, sincronizado con el GPS	Toma de hora y minutos de inicio y fin del recorrido, avistamientos (DVN), capturas (MRE)	1	Pieza		X	X	
Binoculares de 8x23	Evaluación de parches de vegetación (EMH)	1	Unidad	X			
Guía gráfica de vegetación	Determinación de tipos de vegetación con base en Rzedowski (1978)*	1	Unidad	X			
Libreta de campo	Anotaciones personales fuera de los formatos de campo	1	Unidad	X			
Termómetros digitales de contacto	Medición de temperaturas del aire y agua simultáneamente	2	Unidades		X		
Cuerda plástica de 20 m	Apoyo para contención de ejemplares, entre otros usos	–	–		X		
Faro de alógeno de 12 voltios	Iluminación	2	Piezas			X	
Pértiga de aluminio extensible 1.5 a 3m	Manejo de cocodrilos	3	Piezas			X	
Lazos de acero	Manejo de cocodrilos	6	Piezas			X	
Cuerdas de 15m, 9mm tipo rapel	Manejo de cocodrilos	3	Piezas			X	
Piola de 5m de algodón 1/8	Manejo de cocodrilos	4	Piezas			X	
Hilo de nylon de 10m del #12	Manejo de cocodrilos	4	Piezas			X	
Cinta gris (duct tape)	Manejo de cocodrilos	2	Piezas			X	
Cinta de aislar plástica	Manejo de cocodrilos	2	Piezas			X	
Ligas del #10	Manejo de cocodrilos	1	Paquete			X	
Ligas del #18	Manejo de cocodrilos	1	Paquete			X	

Equipo/Material	Finalidad	Cantidad	Unidad	Métodos			
				EMH	DVN	MRE	USN
Ligas del #33	Manejo de cocodrilos	1	Paquete			X	
Ligas de cámara de llanta de 1" de ancho	Manejo de cocodrilos	10	Piezas			X	
Franela de 1m	Manejo de cocodrilos	3	Piezas			X	
Pares de grapas de Monel oficiales del programa de monitoreo (mismo número de serie)	Marcaje de ejemplares		Piezas			X	
Pinzas para aplicación de grapas adecuadas a su tamaño	Marcaje de ejemplares	1	Pieza			X	
Cinta métrica flexible de 5m	Toma de medidas de ejemplares	2	Piezas			X	
Pesola de 1kg	Pesado de ejemplares	1	Pieza			X	
Pesola de 5kg	Pesado de ejemplares	1	Pieza			X	
Pesola de 10kg	Pesado de ejemplares	1	Pieza			X	
Pesola de 50kg	Pesado de ejemplares	1	Pieza			X	
Pesola de 100kg	Pesado de ejemplares	1	Pieza			X	
Caja de herramientas	Transporte de equipo	2	Piezas			X	
Cinta métrica flexible de 50m	Toma de datos de nidos	1	Pieza				X
Pesola de 100g	Pesado de huevos	1	Pieza				X
Vernier	Toma de medidas de huevos	1	Pieza				X
Lona de plástico	Manejo de nidos	1	Pieza				X
Costal de manta	Apoyo para pesar los huevos	1	Pieza				X
Aspersor de agua	Manejo de nidos	1	Pieza				X
Lazo Thompson	Manejo de nidos (hembra)	1	Pieza				X
Cuerdas de diferentes tamaños	Manejo de nidos		Piezas				X
Termómetro digital de contacto (datalogger)	Toma de temperatura de nidos	1	Pieza				X

*Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D. F. 432 pp.

ANEXO 2

Solicitud de permiso de colecta científica y obtención de grapas para marca de *C. moreletii* en México

La Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT (DGVS) es la encargada de gestionar y emitir permisos o licencias, así como de distribuir las grapas, que se utilizarán como marcas para el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano en México. La DGVS mantendrá informada a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) sobre las cantidades y números de serie de los pares de grapas asignados a cada Región de Coordinación.

I. Marco Legal

La autorización de colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza se fundamenta en el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre:

Artículo 2, Fracción VI

Colecta Científica. La captura, remoción o extracción temporal o definitiva de material biológico del medio silvestre, con propósitos no comerciales, para la obtención de información científica, la integración de inventarios o el incremento de los acervos de las colecciones científicas o museográficas. Esta actividad no incluye el acceso a

recursos genéticos que se realiza con fines de utilización en biotecnología y bioprospección.

Artículo 123
La Secretaría autorizará la colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre con fines de investigación científica y con propósitos de enseñanza mediante el otorgamiento de una licencia, de acuerdo a la modalidad siguiente:

IV. Colecta científica por proyecto sobre especies o poblaciones en riesgo o hábitat crítico.

II. Requisitos para solicitar el permiso ó licencia de colecta científica bajo la Modalidad IV

De las 5 Modalidades, para el caso del monitoreo de *C. moreletii* se solicitará la Modalidad IV, con clave de trámite SEMARNAT-08-049-D.

Según el Artículo 12 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, los requisitos para solicitar un permiso de colecta bajo esta modalidad son:

- Solicitud en escrito libre dirigido al director general de vida silvestre, quien a la fecha es el MVZ. Martín Vargas Prieto. La DGVS está ubicada en Av. Revolución 1425, Nivel 1, Col. Tlacopac San Ángel, Delegación Álvaro Obregón, C. P. 01040, México, D.F. Las solicitudes foráneas se pueden entregar en la Delegación de la SEMARNAT correspondiente. Cada solicitud debe contener:

1. Nombre, denominación social, domicilio para oír y recibir notificaciones, así como teléfono y correo electrónico.

2. Firma autógrafa.
3. Lugar y fecha de la solicitud.
4. Copia de la identificación oficial o del acta constitutiva en caso de personas morales.
5. Resumen curricular del interesado.
6. Resumen ejecutivo del proyecto que debe incluir:
   - **a)** Título del Proyecto.
   - **b)** Nombre de los responsables y colaboradores e instituciones participantes.
   - **c)** Objetivo y justificación del proyecto.
   - **d)** Listado de las especies, géneros y familias que se pretende colectar y cantidad aproximada de ejemplares, partes o derivados.
   - **e)** Descripción de la metodología, técnicas de la colecta científica y destino del material biológico colectado.
   - **f)** Sitio y localidad donde se pretende desarrollar la colecta científica y mapa de ubicación, indicando las áreas naturales protegidas que se ubican en ella
   - **g)** Fecha de inicio y término de las actividades de campo
   - **h)** Justificación de la colecta.

7. Carta aval sobre las actividades previstas en el proyecto, emitida por el titular de alguna institución de educación superior o de investigación de nacionalidad mexicana, que tenga entre sus fines principales la investigación científica y se encuentren reconocidas conforme a las disposiciones aplicables. En el caso del Programa de monitoreo, la CONABIO puede otorgar la carta a los coordinadores de región de las instituciones con que se haya firmado convenio para implementar el programa.

8. Pago de derechos
   - **No pagarán los derechos** las personas que realicen colecta científica en el país, bajo algún convenio con el Gobierno Federal o con alguna institución mexicana, así como investigadores mexicanos registrados en el sistema nacional de investigadores.
   - El tiempo de respuesta es de 20 días hábiles.
   - La vigencia de la licencia o permiso es por un año.

III. Prórroga de vigencia de autorización de colecta científica

La clave del trámite para obtener una prórroga en la vigencia del permiso de colecta corresponde al código SEMARNAT-08-051.

Los titulares de una autorización de colecta científica vigente (Coordinadores de Región) podrán solicitar a la Secretaría, con al menos 20 días hábiles anterior a su vencimiento, una prórroga de vigencia.

La solicitud (en escrito libre) debe contener:

- Nombre, denominación o razón social, domicilio para oír y recibir notificaciones, así como teléfono, fax o correo electrónico;
- Número de registro correspondiente, en caso de que se trate de una UMA previamente establecida;
- Nombre del representante legal o nombre de las personas autorizadas para oír y recibir notificaciones;
- Firma autógrafa o electrónica del interesado;
- Lugar y fecha de la solicitud;
- Información que el promovente considere confidencial, reservada o comercial reservada en los términos previstos

en el artículo 19 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, y
- Información particular requerida para cada trámite específico, de conformidad con la Ley y este Reglamento.
- Indicar el Número de la autorización cuya vigencia está próxima a vencerse.
- Indicar la petición que se formula, los hechos o razones que dan motivo a la petición.

El Trámite no tiene costo y la respuesta se otorga en 15 días hábiles. La vigencia de la prórroga de la autorización se otorgará por un año más. Al término de la prórroga se debe solicitar una nueva autorización de colecta para continuar con el Programa de Monitoreo.

IV. Modificación de la Autorización de Colecta Científica

La clave del trámite para modificar el permiso de colecta es: SEMARNAT-08-046.

Si los titulares de una autorización de colecta científica vigente (Coordinadores de Región) pretenden modificar los términos de la autorización. La solicitud, en escrito libre, debe contener:

- Nombre, denominación o razón social, domicilio para oír y recibir notificaciones, así como teléfono, fax o correo electrónico;
- Número de registro correspondiente, en caso de que se trate de una UMA previamente establecida;
- Nombre del representante legal o nombre de las personas autorizadas para oír y recibir notificaciones;
- Firma autógrafa o electrónica del interesado;

- Lugar y fecha de la solicitud;
- Información que el promovente considere confidencial, reservada o comercial reservada en los términos previstos en el artículo 19 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, y
- Información particular requerida para cada trámite específico, de conformidad con la Ley y este Reglamento.
- En escrito libre, indicar el Número de la autorización que se pretende modificar.
- Presentar documentos que acrediten las causas que motivan la modificación de la autorización.

El Trámite no tiene costo y la respuesta se otorga en 15 días hábiles. La vigencia del permiso modificado se otorgará por un año.

V. Solicitud de Permisos para el Programa de Monitoreo

La solicitud de permiso de Colecta Científica por Proyecto Sobre Especies o Poblaciones en Riesgo o Hábitat Crítico, deberá ser elaborada por cada Coordinador de Región en el caso de México (es decir, habrá cuatro solicitudes para este país).

Particularmente, para el programa de monitoreo, en cada solicitud se especificará cuántas Unidades de Monitoreo comprende la Región de Coordinación, indicándolas explícitamente, conforme al catálogo geográfico oficial del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala, así como las Rutas y Sitios que se recorrerán dentro de cada Unidad de Monitoreo. Esta descripción se incluirá como

parte del inciso f) del Resumen Ejecutivo de la solicitud (ver **sección II** sobre Requisitos).

La solicitud será enviada a la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) en fecha oportuna, considerando el calendario de trabajo de campo, a fin de que los equipos cuenten con el respaldo de las autorizaciones respectivas a tiempo. Es importante recordar que durante el trabajo de campo, todos los integrantes de cada equipo que trabaje en una Unidad de Monitoreo deberán portar identificación en todo momento, así como con dos copias de la respectiva autorización emitida por la DGVS.

Desde el momento de recepción de la solicitud de permiso del respectivo Coordinador de Región en la DGVS, se contarán 20 días hábiles para dar respuesta. Transcurrido ese lapso, la DGVS emitirá la autorización y entregará 500 *marcas dobles* (2 grapas por código) para cada región junto con 2 pinzas para su colocación (ver **ANEXO 3** sobre el Sistema de Marcaje del Programa de Monitoreo y el capítulo 5 del Manual).

El Coordinador de Región deberá entregar al responsable de cada Unidad de Monitoreo al menos cinco copias de la autorización de colecta científica, así como físicamente las *marcas dobles* para cada Unidad.

Una vez concluido el trabajo de campo, se elaborará un informe por Región de Coordinación, el cual se enviará a la DGVS (ver apartado VI), indicando entre otros aspectos, qué marcas (códigos) se utilizaron y cuáles no. Los excedentes de las marcas podrán ser conservados por los coordinadores de región, de manera

que al año siguiente se les entregará el número complementario para que nuevamente cuenten con 500 marcas.

VI. Informe anual de actividades al amparo de la autorización de colector científico

La clave del trámite para presentar el informe anual corresponde al código SEMARNAT-08-040.

Aquellas personas que hayan realizado actividades de colecta con fines de investigación científica y con propósitos de enseñanza, denominados Coordinadores de Región, deberán presentar el informe correspondiente a la DGVS (y enviar copia a la CONABIO):

- Presentar la información relativa a las actividades realizadas por el titular y colaboradores. Además, y sólo en caso de haber colectado muestras, se deberá incluir:

    * Nombre, domicilio, teléfono, fax y correo electrónico de las instituciones a las que se haya destinado el material biológico.

    * Copia simple de las fichas de depósito del material correspondiente en esas instituciones.

El Trámite no tiene costo y constituye un aviso, por lo que no requiere respuesta.

VII. Contacto para resolución de dudas en la DGVS sobre trámite de permisos y distribución de marcas

Biól. Fernando Sánchez Camacho
Jefe del Departamento de Análisis
para el Aprovechamiento de Otras Especies.
Subdirección de comercio nacional, internacional
y otros aprovechamientos. Dirección de aprovechamiento
de la vida silvestre, DGVS.

Tel. (55) 5624 -3679
E-mail: fsanchez@semarnat.gob.mx

ANEXO 3

Sistema de marcaje del programa de monitoreo

El sistema de marcaje para el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala consiste en grapas interdigitales de metal Monel que se colocarán por duplicado en cada ejemplar capturado (ambas patas traseras entre los dedos tercero y cuarto). Ambas grapas tendrán el mismo número de serie. Con el fin de asegurar que no se repita la numeración entre los pares de marcas, se comprarán las grapas para todo el Programa al fabricante a través de una sola agencia coordinadora del Programa para los tres países.

Las grapas serán de tamaño mediano, a fin de que puedan ser colocadas tanto en ejemplares jóvenes como en adultos.

No se marcarán ejemplares neonatos, dado que su tasa de mortalidad es alta, además de que por su tamaño, es más difícil colocarlas.

Por su parte, los códigos de las marcas tendrán una estructura inequívoca que se basa en seis caracteres alfanuméricos que incluyen el código del país donde se colocarán (dos letras). El sistema de nomenclatura que se utilizará durante el Programa de Monitoreo se describe a continuación:

México. Los dos primeros caracteres del código son las letras MX en mayúsculas. Después siguen cuatro números que irán en serie a partir del 0001 (por ejemplo MX0001, MX2400, MX9999).

Belice. Los dos primeros caracteres del código son las letras BZ en mayúsculas. Después le siguen cuatro números que irán en serie empezando por el 0001 (por ejemplo, BZ0001, BZ0500).

Guatemala. Los dos primeros caracteres del código son las letras GT en mayúsculas. Después le siguen cuatro números irán en serie a partir del 0001 (por ejemplo, GT0001, GT0800).

Es importante señalar que el responsable de cada Región de Coordinación deberá asegurarse de que distribuirá los números en serie a las distintas Unidades de Monitoreo cuidando que sea inequívoca. Asimismo, el responsable de Región recibirá al final de cada jornada de monitoreo, los reportes de las grapas usadas, las grapas sin usar y aquellas que pudieran haberse dañado o perdido.. Esta información se deberá incluir en el informe anual correspondiente que se deberá entregar a la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT (ver **ANEXO 2**).

ANEXO 4

Seguridad para investigadores de campo que trabajan con cocodrilos y lagartos

Perran Ross, pross@wec.ufl.edu
Programa de Investigación sobre Cocodrilianos
Depto. de Ecología y Conservación de Vida Silvestre. IFAS Universidad de Florida
Dic. 2004 (rev. julio 2007)

Adaptación al español:
Gabriela López Segurajáuregui y Hesiquio Benítez Díaz

El Dr. James Perran Ross, Profesor Asociado de Vida Silvestre de la Universidad de Florida, fue Oficial Ejecutivo y actualmente es tesorero del Grupo de Especialistas en Cocodrilianos de la CSS/UICN. Ha sido asesor en temas de conservación y manejo de cocodrilianos, comercio internacional y uso sustentable para el Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos (USFWS por sus siglas en inglés), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) y para numerosas autoridades de los Estados Unidos. Durante más de 17 años ha hecho investigación en campo, muestreos y capturas de cocodrilianos, lo que incluye trabajo sobre lagartos de gran tamaño, cocodrilos de Cuba, cocodrilos americanos, caimán negro y cocodrilos de agua salada. Ha desarrollado su investigación en los Estados Unidos, Cuba, Nicaragua, México, Costa Rica, Brasil, Argentina y Australia. También ha asesorado y trabajado en cocodrilianos en cautiverio y observado su comportamiento en la granja de lagartos St. Augustine, Gatorama (Florida) y *Alligator Adventures* (SC). Ha analizado e investigado sobre ataques de cocodrilianos en Florida, Costa Rica, México, Belice, Ecuador y Zimbabwe, y realizado numerosos informes en Australia, Asia y África. Ha publicado o editado más de 50 trabajos sobre cocodrilianos en literatura científica arbitrada y de divulgación.

Los cocodrilos y caimanes habitan en las zonas tropicales. Estos reptiles pueden estar presentes en cualquier cuerpo de agua. En México viven tres especies de cocodrilianos; a lo largo de la costa del Golfo de México y la Península de Yucatán se encuentra el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), en la costa del Pacífico y la Península de Yucatán vive el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), y en los estados de Chiapas y Oaxaca habita el caimán (*Caiman crocodilus*).

Existen registros de interacciones entre humanos y cocodrilos que en ocasiones terminan en heridas a seres humanos o muerte, siendo *Crocodylus acutus* la especie que en México causa la mayor cantidad de estos incidentes. Sin embargo, el riesgo real de heridas o muerte por cocodrilos (por ejemplo cocodrilianos, incluyendo lagartos y caimanes) es increíblemente pequeño, mucho menor que otros peligros más comunes (por ejemplo picaduras de hormigas y abejas, accidentes por conductores ebrios, motocicletas y patinetas; mordeduras por perros domésticos, ahogo por malvaviscos, quemaduras por calentadores de baño, esposas celosas, etcétera). Sin embargo, comprender las estrategias de depredación de los cocodrilianos y sus capacidades, así como algunas sencillas precauciones, pueden reducir aún más ese riesgo.

Los cocodrilos son depredadores furtivos que tienden a utilizar la emboscada como estrategia y generalmente atrapan presas más pequeñas que ellos. Como cualquier animal, los cocodrilos pueden morder y arañar, y lo harán si se sienten amenazados, si son manejados inadecuadamente o si son agredidos accidentalmente (por ejemplo, si los pisan). Los ejemplares grandes pueden incluso asestar golpes peligrosos con su cabeza, cuerpo y cola. A pesar de ello, la mayoría de

los cocodrilos se retiran rápidamente si se acerca gente. Los cocodrilos capturan a casi todas sus presas en el agua. Su método más común es permanecer quietos, o aproximarse sigilosamente, y atraparla por medio de una veloz embestida y mordida para tragarla. De un coletazo pueden impulsarse rápidamente a través del agua o fuera de ella a una distancia equivalente a su tamaño. Son ágiles y pueden atacar de frente y de lado.

Ocasionalmente pueden jalar presas hacia su cabeza y hocico utilizando su cola. Las presas más pequeñas son atrapadas y tragadas, algunas veces después de cierta manipulación en la boca. Las más grandes son comúnmente arrastradas al agua, ahogadas y posteriormente desmembradas con el famoso *giro de la muerte*, en el que el cocodrilo toma un trozo de la presa y rota rápidamente sobre su eje, arrancando el pedazo. Para alimentarse pueden atacar a cualquier hora del día o la noche, pero son más activos de noche.

Los cocodrilos rara vez capturan presas lejos del agua. Sin embargo, se han observado ejemplares grandes aventurándose varios metros fuera del agua para atrapar presas distraídas o inmóviles (como carroña o personas dormidas cerca de cuerpos de agua). Se considera que estos animales, al atacar, son astutos y calculadores. En cautiverio son capaces de reconocer patrones del comportamiento humano (por ejemplo, horarios de alimentación) y se ha reportado que observan dichos patrones en las presas durante varios días, tomando ventaja de aquellos que resultan repetitivos o predecibles. Son a su vez oportunistas y aprovechan rápidamente eventos repentinos o inesperados, por lo que son comúnmente atraídos por agitaciones en el agua que pudieran representar presas vulnerables.

Una vez decididos a atacar, y particularmente si la presa aparenta estar herida, los cocodrilos pueden ser persistentes en sus embestidas. A pesar de ello, existen reportes de ataques interrumpidos ante víctimas que ofrecen resistencia.

Los cocodrilos de ambos sexos, muestran un comportamiento territorial agresivo entre ellos; las hembras permanecen cerca para proteger a sus nidos y crías. No obstante, estas actividades implican movimientos y posturas típicas como: salpicar el agua con su cabeza o cola o vocalizar fuertemente (bufidos o gruñidos) que rara vez preceden ataques a personas. Estos comportamientos son tan obvios, que hasta la persona más distraída o poco precavida podría notarlos y evitarlos. Los datos disponibles no indican alguna asociación, positiva o negativa, entre ataques y las épocas de reproducción o anidación.

Ocasionalmente, los cocodrilos se alimentan en grupos, usualmente en torno a grupos de peces o grandes cadáveres. Sin embargo, todos los ataques a personas que se han reportado, han sido por animales individuales.

Se ha llegado a reportar que cocodrilos atacan o, esporádicamente vuelcan canoas, kayaks y otras embarcaciones pequeñas y ligeras que quizá son agredidas por su parecido a otro cocodrilo. Sin embargo, la mayoría de las embarcaciones robustas y de construcción moderna, incluso barcos pequeños de pesca deportiva, son seguras ante estos animales.

Los cocodrilos realmente peligrosos son los verdaderamente grandes. Son ejemplares, usualmente machos, de más de cuatro metros de largo, de varias décadas de edad, con una masa corporal de más de

1 tonelada, sin enemigos naturales y con años de práctica acechando y capturando presas grandes. *¡El cocodrilo que te puede atrapar es aquél de gran tamaño que no has visto!* Como referencia, la longitud de la cabeza de un cocodrilo (de los nostrilos a los ojos), o la longitud de sus patas traseras (vista por sus huellas) en milímetros, equivale a su longitud total medida en centímetros.

Las armas de fuego son innecesarias e indeseables para repeler cocodrilos. Es difícil acertar un disparo mortal y existe un alto peligro de daños porque la bala rebote. El equipo que prefieren los investigadores, expositores de cocodrilos en cautiverio y manejadores profesionales, es una pértiga fija que puede ser utilizada para ahuyentar a un cocodrilo que se aproxima o para golpearlo en la cabeza, usualmente esto provoca que se retire inmediatamente.

Las lesiones ocasionadas por un ataque de cocodrilo pueden ser graves, e incluyen laceraciones, perforaciones profundas, fractura o amputación de extremidades, traumatismos en general, shock y muy comúnmente ahogo. A menudo, las mordidas de cocodrilo provocan infecciones de peligro, por lo que todas las lesiones, aún las más leves, deben ser atendidas mediante un tratamiento preventivo con antibióticos.

A partir de estas observaciones y nuestro conocimiento sobre ataques reales, se recomiendan las siguientes precauciones generales:

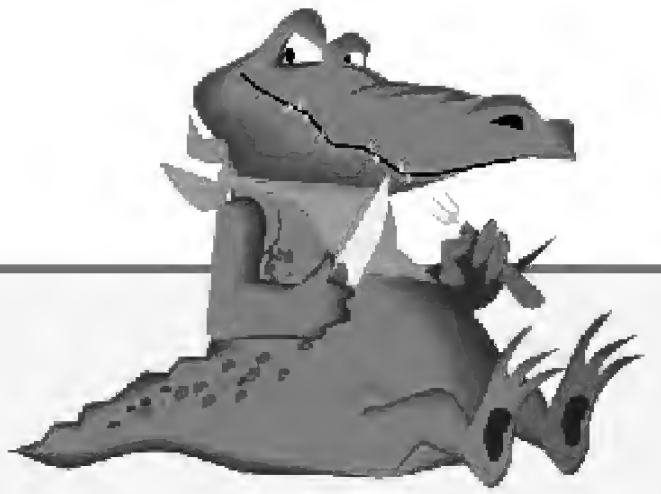
1. Los cocodrilos que son más grandes que tú son potencialmente peligrosos (por ejemplo >1.8—2.5 metros o más).
   Mientras más grande más peligroso.
2. La zona de peligro es dentro del agua, a cualquier profundidad y a una distancia de un cuerpo de cocodrilo fuera de ella.

3. Siempre estar alerta y atento:
   * Preguntar en la localidad si hay cocodrilos grandes.
   * Presta atención a la presencia de cocodrilos.
   * Presta atención a señales obvias que delaten la presencia de cocodrilos, incluyendo rastros, marcas de su desplazamiento en el lodo y en las riveras, las zonas donde se asolean.
   * Mantenerse atento al realizar actividades en el agua o cerca de ésta.
4. Cuando haya cocodrilos presentes, o pueda haberlos, no entres al agua ni permanezcas cerca de ella, a menos que sea indispensable.
5. Si es necesario realizar trabajo de campo en el agua, asigna a una persona de guardia, con la única responsabilidad de vigilar cuidadosamente la presencia de cocodrilos.
6. Si estás en el agua y ves un cocodrilo grande, ponte de pie, muévete con calma hacia una zona poco profunda y abandona el agua.
7. No te acerques, toques o intentes capturar a los cocodrilos que veas, incluyendo juveniles o crías.
8. No nades, camines dentro del agua o remes de noche, al amanecer o al anochecer.
9. No duermas o dormites a menos de 50 m de la orilla del agua.
10. Se precavido y observador cuando te bañes, bebas, pesques o defeques a la orilla del agua.
11. Si sabes o sospechas que hay cocodrilos, no nades en la mañana, ni te eches un chapuzón al medio día. En general evita todas las actividades acuáticas habituales.
12. Si llega a ocurrir algo inesperado, alguien se cae al agua o se vuelca la canoa, debes estar alerta por si atraes a un cocodrilo.

13. Evalúa el costo relativo y el riesgo de entrar al agua: el material que se cayó, el dato extra o recuperar una línea de pesca atorada ¿realmente valen lo que una lesión seria?
14. ¡Presta atención y lleva siempre un palo grande!
15. Si tienes la inusual desgracia de que te ataque un cocodrilo: pelea como nunca en tu vida, trata de mantener o recupera el equilibrio para evitar que te jale hacia abajo, intenta salir del agua. Si tu acompañante es atacado, ayúdalo. Existen muchos reportes de cocodrilos que fueron ahuyentados por los acompañantes de la víctima.

Para tu tranquilidad, en más de 15 años de investigación, hemos pasado muchos meses en el campo y cientos de horas estudiando e intentado capturar cocodrilos, caimanes y lagartos en localidades donde se sabe que existen individuos grandes. Hasta ahora no hemos sufrido ataques, incidentes o heridas ocasionadas por estos reptiles. En nuestra experiencia, cuando estamos estudiando o siguiendo cocodrilos, generalmente el problema es que son elusivos, cautelosos, y nos evitan, por lo que es muy difícil aproximarse a ellos.

La mayor parte de los ataques que se han documentado, sugieren que con frecuencia las víctimas estaban distraídas, despreocupadas, poco observadoras, displicentes, negligentes, o completamente desinformadas e inconscientes de la posibilidad de que las atacara un cocodrilo. Si estás en un lugar donde se sabe que hay cocodrilos grandes, no seas displicente, distraído e ignorante del peligro, así reducirás en gran medida tu vulnerabilidad como presa de estos animales. Mantente alerta, sé observador y cauteloso.



Distribuido por

La Asociación Benevolente de Cocodrilos

Apoya nuestra cadena alimenticia acuática: sé una presa.

Cómo ser una víctima de ataque de cocodrilo

- Sé inconsciente: "¿Cómo?, ¿hay cocodrilos aquí?"
- No te informes: Ignora y no busques información sobre los cocodrilos.
- Sé distraído: No pongas atención a tu alrededor, ignora lo que se mueve en el agua, probablemente se trate de un pez o un tronco viejo.
- Sé displicente: "¿Hay cocodrilos aquí? ¡Qué importa!, nunca le hacen daño a nadie."
- Sé predecible: "Si, son 5 pm, otra vez es hora de cocteles en el río."
- Sé negligente: Envía al estudiante universitario de regreso al agua a recuperar la pluma que tiraste, y mientras está ahí, que colecte un par de crías para que tomemos una linda foto.
- Ve a nadar de noche: "¡Yupiiii, chapuzón desnudos bajo la luna! ¡El último es un huevo podrido!"

Tu depredador acuático favorito te lo agradece.

ANEXO 5

Reporte técnico sobre la elaboración de cartografía

La Cartografía fue elaborada en la Subdirección de Sistemas de Información Geográfica (SSIG) de CONABIO por: Geóg. Margarita Jiménez Cruz, Geóg. Nadya Moreno Almeraya y M. en G. Enrique Muñoz López.

Objetivo:

Trazar las rutas de monitoreo, unidades de monitoreo y regiones de coordinación para el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala.

Procedimiento:

La información se editó con base en los trazos proporcionados por los especialistas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView 3.3. Dicha información se encontraba en formato KMZ, por lo que se sobrepuso en el Sistema *Google Earth* para poder visualizarla y guárdala con extensión KML, para después exportarla a un formato *shapefile*.

Los resultados de la edición se exportaron a un formato KML para su visualización en *Google Earth*.

Todos los trazos (Rutas de monitoreo, Unidades de Monitoreo y las Regiones de Coordinación) tienen definidos los siguientes parámetros

cartográficos: Sistema de referencia de Coordenadas Geográficas y *Datum* WGS84.

En los casos donde se encontraron inconsistencias en las referencias geográficas ó no fue posible distinguir por dónde se seguía el rasgo geográfico a trazar; se utilizaron como apoyo las imágenes SPOT y las Ortofotos del INEGI.

Trazado de rutas de monitoreo

- Una vez en el SIG, las rutas se editaron y/o trazaron directamente en pantalla, sobre la cartografía disponible del acervo cartográfico de la CONABIO, a una escala en la vista de monitor de 1:25,000, debido a que, a esa distancia, es posible distinguir los detalles de los rasgos geográficos como ríos, lagunas, zonas de inundación, etc.

- A cada una de las rutas se le asignaron los siguientes atributos:
  a) Id: Identificador único (definido por SSIG- CONABIO).
  b) Name: Nombre de la ruta y rasgo geográfico (definido por SSIG- CONABIO).
  c) RC: Región de Coordinación.
  d) No_UM: Número de Unidad de Monitoreo.
  e) Nom_UM: Nombre de la Unidad de Monitoreo.
  f) Estado: Nombre del estado al que pertenece la Unidad de Monitoreo.
  g) No_Ruta: Número de Ruta.
  h) Nom_Ruta: Nombre de la ruta.
  i) No_Sitio: Número de Sitio.
  j) Nom_Sitio: Nombre del Sitio.

k) Nom_Res: Nombre del Responsable.
l) Nom_ini: Iníciales del Nombre del Responsable.
m) Fuente: Referencia utilizada en el trazo de las rutas (definido por SSIG- CONABIO).
n) Observac: Observaciones sobre los trazos (definido por SSIG- CONABIO).
o) Perim_km: Perímetro de la Ruta.
p) Long_km: Longitud de la Ruta.

Trazado de unidades de monitoreo

- Una vez obtenidas las rutas de monitoreo de cada país, se les aplicó un buffer de 3 km para generar un área de influencia que diera lugar a las Unidades de Monitoreo.

- A cada Unidad de Monitoreo se le asignó el siguiente atributo: Name: Clave de la Unidad de Monitoreo.

Trazado de regiones de coordinación

- Las Regiones de Coordinación correspondientes a México se delimitaron con base en la información enviada por los especialistas y de acuerdo a los límites de las Unidades de Monitoreo.

- La Región de Coordinación correspondiente a Belice, se trazó con base en el mapa de cuencas hidrológicas y los límites administrativos.

- Las Regiones de Coordinación correspondientes a Guatemala, se trazaron con base en el mapa de cuencas hidrográficas, red hidrológica, límites administrativos y la red de carreteras.

- A cada Región de Coordinación se le asignó el siguiente atributo:
  Name: Clave de la Región de Coordinación.

Productos Finales:

9 mapas en formato KMZ y 7 mapas en formato JPG:

Belice_Regiones_coordinacion.kmz
Belice_Rutas_Cocodrilos.kmz
Belice_Unidades_monitoreo.kmz
Guatemala_Regiones_coordinacion.kmz
Guatemala _Rutas_Cocodrilos.kmz
Guatemala _Unidades_monitoreo.kmz
Mexico_Regiones_coordinacion.kmz
Mexico_Rutas_Cocodrilos.kmz
Mexico_Unidades_monitoreo.kmz

belice_rc1.jpg
guatemala.jpg
mexico.jpg
mexico_rc1.jpg
mexico_rc2.jpg
mexico_rc3.jpg
mexico_rc4.jpg

Material Cartográfico:

México

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2008): "Red hidrográfica Nacional modificada por Conabio". Escala 1:250000. Ciudad de México, México.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (CONABIO) (2007): "Cuerpos de agua de México.
  Con descripción y nombre". Modificado de Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática "Conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica (1:250000)".
  Escala 1:250000. México, D.F.

- Comisión Nacional del Agua, (1998): "Inventario de cuerpos de agua y humedales de México". Escala 1:250000. Subgerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. México.

- Dirección General de Geografía - INEGI (ed.). (2009):
  "Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie IV (continuo nacional)".
  Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. Aguascalientes, Ags., México.

- SPOT Image, SEMAR, ASERCA-SAGARPA, INEGI, (2005)
  Imágenes de satélite SPOT México. Editor SEMAR,
  Proporcionadas por SEMAR-ASERCA

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía– INEGI. (1996-2001)."Ortofoto Digital". Escala 1:20,000, con Resolución de 2 Metros. Aguascalientes, Ags., Méx.

Belice

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004). "Red Hídrica Belice". Escala 1:250000.

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004). "Masas de Agua Belice". Escala 1:250000.

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004): "Cuencas Hidrográficas Belice". Escala 1:250000.

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004): "Red Vial Belice". Escala 1:250000.

Cartas Topográficas

- Military Survey, Ministry of Defence, United Kingdom. (1996). "Carta Impresa Topográfica". NE1605 Chetumal, México; Belize. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Director of Military Survey, Ministry of Defence, United Kingdom. (1998). "Carta Impresa Topográfica". NE1609 Belmopan, Belice; Guatemala; México. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Instituto Geográfico Nacional. Guatemala, C.A.. (1977). "Carta Impresa Topográfica". NE1613 Flores, Guatemala. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Military Survey, Ministry of Defence, United Kingdom. (1996). "Carta Impresa Topográfica". NE1601 Puerto Barrios, Guatemala; Honduras; Belice. Escala: 1:250000.
  Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

Guatemala

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004): "Red Hídrica Guatemala".
  Escala 1:250000.

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004). "Masas de Agua Guatemala".
  Escala 1:250000.

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004). "Cuencas Hidrográficas Guatemala".
  Escala 1:250000.

- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Banco Mundial. (2004). "Red Vial Guatemala".
  Escala 1:250000.

Cartas Topográficas

- Director of Military Survey, Ministry of Defence,
  United Kingdom. (1998). "Carta Impresa Topográfica".
  NE1609 Belmopan, Belice; Guatemala; México. Escala: 1:250000.

Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, Washington, D.C. (1985). "Carta Impresa Topográfica". NE1509 El Naranjo, Guatemala; México. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Instituto Geográfico Nacional. Guatemala, C.A.. (1977). "Carta Impresa Topográfica". NE1613 Flores, Guatemala. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, Washington, D.C. (1985). "Carta Impresa Topográfica". NE1512 La Libertad, Guatemala; México. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, Bethesda, MD. (1990). "Carta Impresa Topográfica". ND1602 San Pedro Sula, Honduras; Guatemala. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Military Survey, Ministry of Defence, United Kingdom. (1996). "Carta Impresa Topográfica". NE1601 Puerto Barrios, Guatemala; Honduras; Belice.

Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

- Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, Washington, D.C. (1985). "Carta Impresa Topográfica". NE1504 Cobán, Guatemala. Escala: 1:250000. Georreferenciado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2005). México. D.F.

Programa de monitoreo del
Cocodrilo de Pantano *(Crocodylus moreletii)*
México • Belice • Guatemala

se terminó de imprimir en junio de 2011
en los talleres de Producción Creativa
Cozumel 33, Colonia Roma, 06700 México, D.F.
Se imprimieron 500 ejemplares.

ISBN: 978-607-7607-53-3